



(12)

**EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication:  
**22.08.2001 Bulletin 2001/34**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H01L 27/15**, **H01S 5/40**

(21) Application number: 01103463.4

**(22) Date of filing: 14.02.2001**

**(84) Designated Contracting States:**  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
**Designated Extension States:**  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Inventor: Ikeda, Masao  
Shinagawa-ku, Tokyo (JP)

**(74) Representative: MÜLLER & HOFFMANN  
Patentanwälte  
Innere Wiener Strasse 17  
81667 München (DE)**

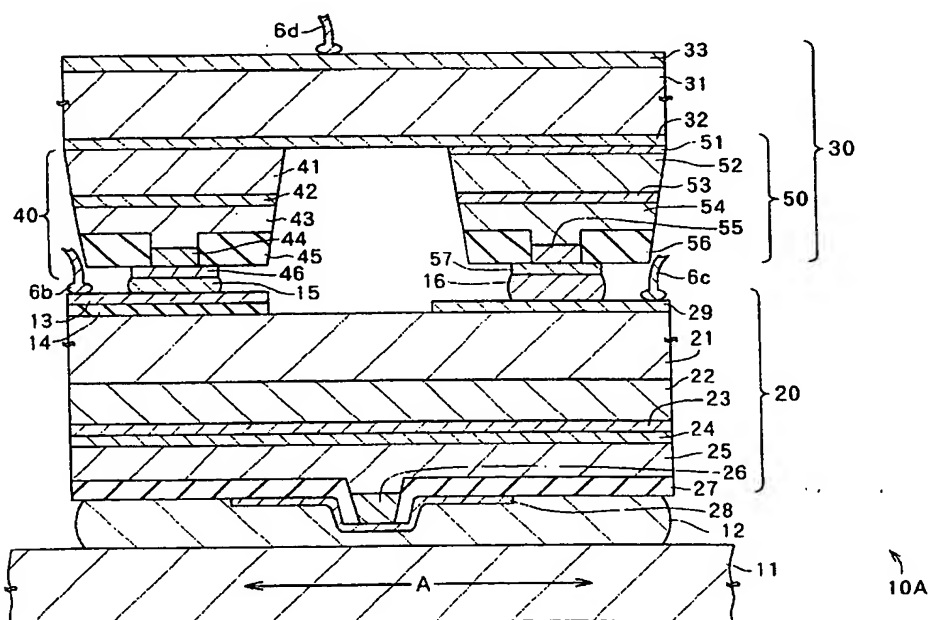
(30) Priority: 15.02.2000 JP 2000041361

(71) Applicant: **SONY CORPORATION**  
**Tokyo (JP)**

**(54) Light emitting device and optical device using the same**

(57) A light emitting device which can be easily manufactured and can control the positions of light emission precisely, and an optical device. A first and second light emitting elements are formed on one face of a supporting base. The first light emitting element has an active layer made of GaInN mixed crystal on a GaN-made first substrate on the side thereof on which the supporting base is disposed. The second light emitting element has

lasing portions on a GaAs-made second substrate on the side thereof on which the supporting base is disposed. Since the first and second light emitting elements are not grown on the same substrate, a multiple-wavelength laser having the output wavelength of around 400 nm can be easily obtained. Since the first substrate is transparent in the visible region, the positions of light emitting regions in the first and second light emitting elements can be precisely controlled by lithography.



**FIG.4**

## Description

### BACKGROUND OF THE INVENTION

#### 1. Field of the Invention

[0001] The present invention relates to a light emitting device having a plurality of light emitting elements, and an optical device using the same.

#### 2. Description of the Related Art

[0002] In recent years, in the field of light emitting devices, a semiconductor laser (LD; laser diode) in which a plurality of light emitting portions of different output wavelengths are formed on the same substrate (or board) (hereinafter referred to as a multiple-wavelength laser) is actively developed. An example of such a multiple-wavelength laser is, as shown in Fig. 1, obtained by forming a plurality of light emitting portions of different output wavelengths on a single chip (what is called a monolithic type multiple-wavelength laser). In the multiple-wavelength laser, for example, a lasing portion 201 formed by growing layers of semiconductor materials of the system AlGaAs by vapor phase epitaxy and a lasing portion 202 formed by growing layers of semiconductor materials of the system AlGaInP are disposed side by side on one face of a substrate 212 made of GaAs (gallium arsenide) with an isolation groove 211 between them. In this case, the output wavelength of the lasing portion 201 is in the range of the order of 700 nm (for example, 780 nm) and that of the lasing portion 202 is in the range of the order of 600 nm (for example, 650 nm).

[0003] Except for the structure shown in Fig. 1, a structure (what is called a hybrid type multiple-wavelength laser) in which a plurality of semiconductor lasers LD<sub>1</sub> and LD<sub>2</sub> having different output wavelengths are mounted side by side on a board 221 has been also proposed. The above-mentioned monolithic-type laser is, however, more effective in controlling the light emitting point intervals with high accuracy.

[0004] These multiple-wavelength lasers are used, for example, as laser light sources of optical disk drives. At present, in an optical disk drive, semiconductor laser light in the range of the order of 700 nm is generally used for optical playback of CD (Compact Disk) recording or for optical recording/playback using recordable optical disks such as CD-Rs (recordable CDs), CD-RWs (rewritable CDs) or MDs (Mini Disks). Semiconductor laser light in the range of the order of 600 nm is used for optical recording/playback using DVDs (Digital Versatile Disks). By mounting a multiple-wavelength laser as described above on an optical disk drive, optical recording/playback becomes possible with respect to any existing optical disks. Moreover, the lasing portions 201 and 202 are disposed side by side on the same substrate (as for the semiconductor lasers LD<sub>1</sub> and LD<sub>2</sub> of the hybrid

type, on the same board), only one package is necessary for the laser light source. The number of parts of an optical system such as an objective lens and a beam splitter for optical recording/playback using various optical disks is decreased to simplify the configuration of the optical system. Thus, reduction in size and cost of an optical disk drive can be achieved.

[0005] Meanwhile, in recent years, the demand for further growth of optical recording area density by using semiconductor lasers of shorter output wavelengths has been growing. Heretofore known materials of semiconductor lasers addressing the demand are Group III-V compound semiconductors of the nitride system (hereinafter, also called semiconductors of the system GaN) typified by GaN, AlGaIn mixed crystals, and GaInN mixed crystals. Semiconductor lasers using semiconductors of the system GaN are capable of light emission at a wavelength of around 400 nm, which is regarded as the limit wavelength at which optical recording/playback is done using an optical disk and an existing optical system, and therefore, they receive much attention as light sources of next-generation optical recording/playback apparatuses. It is also expected as light sources of full-color displays using three primary colors of RGB. Thus, development of multiple-wavelength lasers with lasing portions of the system GaN is desired.

[0006] As an example of related-art multiple-wavelength lasers with lasing portions of the system GaN, as shown in Fig. 3, a multiple-wavelength laser is proposed in which the lasing portion 201 of the system AlGaAs, the lasing portion 202 of the system AlGaInP, and the lasing portion 203 of the system GaN are formed side by side on one face of a substrate 231 made of SiC (silicon carbide) with isolation grooves 211a and 211b between them (refer to Publication of Japanese Unexamined Patent Application No. Hei-11-186651).

[0007] In the case of fabricating the monolithic type multiple-wavelength laser, however, there is a problem such that it is difficult to integrate lasing portions on the same substrate as one chip due to, for example, a large difference in lattice constant between the materials of the system GaN and the materials of the system AlGaAs or AlGaInP.

[0008] The hybrid type multiple-wavelength laser has, as already described, a problem of poor controllability on the light emitting point intervals. The side-by-side arrangement of three or more semiconductor lasers causes an inconvenience such that the controllability on the light emitting point intervals further deteriorates.

### SUMMARY OF THE INVENTION

[0009] The invention has been achieved in consideration of the problems and its object is to provide a light emitting device which can be easily manufactured and can control the position of light emission with accuracy, and an optical device using the light emitting device.

[0010] A light emitting device according to the inven-

tion has a plurality of light emitting devices stacked on one face of a supporting base.

**[0011]** Another light emitting device according to the invention has: a supporting base; a first light emitting element having a first substrate, provided on one face of the supporting base; and a second light emitting element having a second substrate, provided on the side of the first light emitting element opposite to the supporting base.

**[0012]** An optical device according to the invention has a light emitting device in which a plurality of light emitting elements are stacked on one face of a supporting base.

**[0013]** In another optical device according to the invention, a light emitting device is mounted. The light emitting device comprises: a supporting base; a first light emitting element having a first substrate, provided on one face of the supporting base; and a second light emitting element having a second substrate, provided on the side of the first light emitting element opposite to the supporting base.

**[0014]** In the light emitting device according to the invention and the other light emitting device according to the invention, a plurality of light emitting elements are stacked on one face of a supporting base. Therefore, the devices are easily manufactured and the light emitting regions are disposed with high precision.

**[0015]** In the optical device according to the invention and the other optical device according to the invention, they have the light emitting device according to the invention in which light emitting regions are disposed with high precision. This contributes to size reduction.

**[0016]** Other and further objects, features and advantages of the invention will appear more fully from the following description.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

**[0017]** Fig. 1 is a cross section showing an example of the configuration of a related-art light emitting device.

**[0018]** Fig. 2 is a cross section showing another example of the configuration of a related-art light emitting device.

**[0019]** Fig. 3 is a cross section showing still another example of the configuration of a related-art light emitting device.

**[0020]** Fig. 4 is a cross section showing the configuration of a light emitting device according to a first embodiment of the invention.

**[0021]** Fig. 5 is a partly-exploded perspective view showing the configuration of a package in which the light emitting device shown in Fig. 4 is enclosed.

**[0022]** Figs. 6A and 6B are cross sections for explaining a method of manufacturing the light emitting device shown in Fig. 4.

**[0023]** Figs. 7A and 7B are cross sections for explaining a manufacturing process subsequent to Fig. 6B.

**[0024]** Figs. 8A and 8B are cross sections for explain-

ing a manufacturing process subsequent to Fig. 7B.

**[0025]** Figs. 9A and 9B are cross sections for explaining a manufacturing process subsequent to Fig. 8B.

**[0026]** Fig. 10 is a diagram showing the configuration of an optical disk recording/playback apparatus using the light emitting device shown in Fig. 4.

**[0027]** Fig. 11 is a cross section showing the construction of a light emitting device according to a second embodiment of the invention.

**[0028]** Figs. 12A and 12B are cross sections for explaining a method of manufacturing a light emitting device shown in Fig. 11.

**[0029]** Figs. 13A and 13B are cross sections for explaining a manufacturing process subsequent to Fig. 12B.

**[0030]** Fig. 14 is a cross section for explaining a manufacturing process subsequent to Fig. 13B.

**[0031]** Fig. 15 is a plan view showing a schematic configuration of a display apparatus using the light emitting device illustrated in Fig. 11.

**[0032]** Fig. 16 is a diagram showing the configuration of a main portion of a driving circuit of the display apparatus illustrated in Fig. 15.

**[0033]** Fig. 17 is a cross section showing the configuration of a light emitting device according to a third embodiment of the invention.

**[0034]** Figs. 18A and 18B are cross sections for explaining a method of manufacturing the light emitting device illustrated in Fig. 17.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

**[0035]** Embodiments of the invention will be described in detail hereinbelow with reference to the drawings.

##### First Embodiment

**[0036]** Fig. 4 shows the sectional structure of a light emitting device 10A according to a first embodiment of the invention. The light emitting device 10A has a supporting base 11, a first light emitting element 20 disposed on one face of the supporting base 11, and a second light emitting element 30 disposed on the side of the first light emitting element 20 opposite to the supporting base 11.

**[0037]** The supporting base 11 is made of a metal such as copper (Cu) and serves as a heat sink for dissipating heat generated by the first and second light emitting elements 20 and 30. The supporting base 11 is electrically connected to an external power source (not shown) and also has the role of electrically connecting the first light emitting element 20 to the external power source.

**[0038]** The first light emitting element 20 is, for example, a semiconductor laser capable of emitting light having a wavelength of around 400 nm. The first light emit-

ting element 20 has a configuration in which an n-type cladding layer 22, an active layer 23, a degradation preventing layer 24, a p-type cladding layer 25, and a p-side contact layer 26 which are made of a Group III-V compound semiconductor of the nitride system are laid one upon another in the order named on a first substrate 21 made of a Group III-V compound semiconductor of the nitride system, on the side thereof on which the supporting base 11 is disposed. The Group III-V compound semiconductor of the nitride system refers to a material containing at least one of Group 3B elements in the short-period type periodic table and at least nitrogen (N) from Group 5B elements in the short-period type periodic table.

[0039] Specifically, the first substrate 21 is made of, for example, n-type GaN doped with silicon (Si) as an n-type impurity, and its thickness in the deposition direction (hereinbelow, simply referred to as thickness) is, for example, 80 to 100  $\mu\text{m}$ . GaN is a transparent material in the visible region (about 380 to 800 nm). GaN is a material having excellent thermal conductivity as high as about 1.3 W/(cm·K). By using the characteristic, the first substrate 21 functions as a heat sink which dissipates heat generated by the second light emitting element 30.

[0040] The n-type cladding layer 22 is, for example, 1  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type AlGa<sub>0.08</sub>Ga<sub>0.92</sub>N mixed crystal doped with silicon as an n-type impurity. The active layer 23 is, for example, 30 nm thick and has a multiple quantum well structure including a well layer and a barrier layer made of Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>N (where,  $x \geq 0$ ) having different compositions. The active layer 23 functions as a light emitting portion.

[0041] The degradation preventing layer 24 is, for example, 20 nm thick and is made of p-type AlGa<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>N mixed crystal doped with magnesium (Mg) as a p-type impurity. The p-type cladding layer 25 is, for example, 0.7  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type AlGa<sub>0.08</sub>Ga<sub>0.92</sub>N mixed crystal doped with magnesium as a p-type impurity. The p-side contact layer 26 is, for example, 0.1  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type GaN doped with magnesium as a p-type impurity.

[0042] A part of the p-type cladding layer 25, and the p-side contact layer 26 are formed in a narrow strip shape extending in the cavity direction (perpendicular direction to the drawing sheet in Fig. 4) so as to produce what is called a laser stripe, thereby restricting a current. The p-side contact layer 26 is provided in the center portion in the direction (direction indicated by the arrow A in Fig. 4) perpendicular to the cavity direction. Side faces of the p-side contact layer 26 and a side of the p-type cladding layer 25 opposite to the degradation preventing layer 24 are covered with an insulating layer 27 made of silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) or the like. The region in the active layer 23 corresponding to the p-side contact layer 26 is a light emitting region.

[0043] On the side of the p-side contact layer 26 opposite to the p-type cladding layer 25, a p-side electrode

28 is formed. The p-side electrode 28 is formed by depositing palladium (Pd), platinum (Pt) and gold (Au) in order from the p-side contact layer 26 side and is electrically connected to the p-side contact layer 26. The p-side electrode 28 is also electrically connected to the supporting base 11 via an adhesive layer 12. The adhesive layer 12 is made of, for example, an alloy of gold (Au) and tin (Sn), or tin.

[0044] On the side of the first substrate 21 opposite to the supporting base 11, an n-side electrode 29 is provided in correspondence with a lasing portion 50, which will be described hereinlater. The n-side electrode 29 is obtained by, for example, depositing titanium (Ti) and aluminum in order from the first substrate 21 side and alloying the deposited materials by heat treatment, and is electrically connected to the first substrate 21. The n-side electrode 29 also has the function as a wire for connecting the lasing portion 50 to the external power source. On the side of the first substrate 21 opposite to the supporting base 11, a wiring layer 13 for electrical connection to a lasing portion 40 of the second light emitting element 30 is formed with an insulating film 14 in between. The wiring layer 13 is made of, for example, a metal. Details of the lasing portion 40 will be given hereinlater.

[0045] Further, a pair of side faces at the ends in the cavity direction of the first light emitting element 20 serve as two end planes of the cavity. A pair of reflecting mirror films (not shown) are formed on the pair of end planes of the cavity. One of the pair of reflecting mirror films is set so as to reflect light produced in the active layer 23 at high reflectance, and the other film is set to reflect light at reflectance lower than the above reflectance, so that light goes out from the other film.

[0046] The second light emitting element 30 has, for example, a second substrate 31, the lasing portion 40 and the lasing portion 50. The lasing portion 40 is capable of emitting light in the range of the order of 700 nm (for example, 780 nm) and is formed on the second substrate 31 on the side thereof on which the supporting base 11 is disposed, with a buffer layer 32 in between. The lasing portion 50 is capable of emitting light in the range of the order of 600 nm (for example, 650 nm) and is formed on the second substrate 31 on the side thereof on which the supporting base 11 is disposed, with the buffer layer 32 in between. The second substrate 31 is, for example, about 100  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type GaAs doped with silicon as an n-type impurity. The buffer layer 32 is, for example, 0.5  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type GaAs doped with silicon as an n-type impurity. The lasing portions 40 and 50 are disposed with a space of, for example, about 200  $\mu\text{m}$  or less so that their cavity directions are aligned with that of the first light emitting element 20 and the p-side contact layer 26 in the first light emitting element 20 is positioned between the lasing portions 40 and 50. Specifically, the space between a light emitting region of the lasing portion 40 and a light emitting region of the lasing portion 50 is about 120  $\mu\text{m}$ ,

and the light emitting region of the first light emitting device 20 is positioned just in the middle of the light emitting regions of the lasing portions 40 and 50. Details of the light emitting regions of the lasing portions 40 and 50 will be given later.

**[0047]** The lasing portion 40 has a configuration in which an n-type cladding layer 41, an active layer 42, a p-type cladding layer 43, and a p-type cap layer 44 are laid one upon another in the order named from the second substrate 31 side. Each of the layers is made of, for example, a Group III-V compound semiconductor containing at least gallium (Ga) from Group 3B elements in the short-period type periodic table and at least arsenide (As) from Group 5B elements in the short-period type periodic table.

**[0048]** Specifically, the n-type cladding layer 41 is, for example, 1.5  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type AlGaAs mixed crystal doped with silicon as an n-type impurity. The active layer 42 is, for example, 40 nm thick and has a multiple quantum well structure including a well layer and a barrier layer made of  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  (where,  $x \geq 0$ ) having different compositions. The active layer 42 functions as a light emitting portion and the wavelength of the output light is, for instance, in the range of the order of 700 nm. The p-type cladding layer 43 is, for example, 1.5  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type AlGaAs mixed crystal doped with zinc as a p-type impurity. The p-type cap layer 44 is, for example, 0.5  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type GaAs doped with zinc as a p-type impurity.

**[0049]** A part of the p-type cladding layer 43, and the p-type cap layer 44 are formed in a narrow strip shape extending in the cavity direction, thereby restricting a current. On both sides of the strip portion, current block regions 45 are provided. The region of the active layer 42 corresponding to the p-side cap layer 44 serves as a light emitting region.

**[0050]** On the side of the p-type cap layer 44 opposite to the p-type cladding layer 43, a p-side electrode 46 is formed. The p-side electrode 46 is formed by, for example, depositing titanium, platinum and gold in order from the side of the p-side cap layer 44 and alloying the deposited materials by heat treatment, and is electrically connected to the p-type cap layer 44. The p-side electrode 46 is also electrically connected to the wiring layer 13 via an adhesive layer 15. The adhesive layer 15 is made of, for example, a material similar to that of the adhesive layer 12.

**[0051]** The lasing portion 50 has a configuration in which an n-type cladding layer 52, an active layer 53, a p-type cladding layer 54, and a p-type cap layer 55 are laid one upon another in the order named from the side of the second substrate 31, with a buffer layer 51 in between. Each of the layers is made of, for example, a Group III-V compound semiconductor containing at least indium (In) from Group 3B elements in the short-period type periodic table and at least phosphorus (P) from Group 5B elements in the short-period type periodic table.

**[0052]** Specifically, the buffer layer 51 is, for example, 0.5  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type InGaP mixed crystal doped with silicon as an n-type impurity. The n-type cladding layer 52 is, for example, 1.5  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type AlGaInP mixed crystal doped with silicon as an n-type impurity. The active layer 53 is, for example, 35 nm thick and has a multiple quantum well structure including a well layer and a barrier layer made by  $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{P}$  (where  $x \geq 0$  and  $y \geq 0$ ) having different compositions. The active layer 53 functions as a light emitting portion. The p-type cladding layer 54 is, for example, 1.0  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type AlGaInP mixed crystal doped with zinc as a p-type impurity. The p-type cap layer 55 is, for example, 0.5  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type GaAs doped with zinc as a p-type impurity.

**[0053]** A part of the p-type cladding layer 54 and the p-type cap layer 55 are formed in a narrow strip shape to produce a current-restricting area extending in the cavity direction. On both sides of the strip portion, current block regions 56 are provided. The region of the active layer 53 corresponding to the p-side cap layer 55 serves as a light emitting region.

**[0054]** On the side of the p-type cap layer 55 opposite to the p-type cladding layer 54, a p-side electrode 57 is provided. The p-side electrode 57 is electrically connected to the p-type cap layer 55 and has, for example, the configuration similar to that of the p-side electrode 46. The p-side electrode 57 is also electrically connected to the n-side electrode 29 of the first light emitting element 20 via an adhesive layer 16 made of a material similar to that of the adhesive layer 15.

**[0055]** On the side of the second substrate 31 opposite to the supporting base 11, an n-side electrode 33 of the lasing portions 40 and 50 is formed. The n-side electrode 33 is obtained by, for example, depositing an alloy of gold and germanium (Ge), nickel, and gold in order from the side of the second substrate 31 and alloying the deposited materials by heat treatment.

**[0056]** Further, a pair of side faces at the ends in the cavity direction of the second light emitting element 30 serve as two end planes of the cavity. A pair of reflecting mirror films (not shown) are formed on the pair of end faces of the cavity of each of the lasing portions 40 and 50. The relation of reflectance between the pairs of reflecting mirror films is set so as to correspond to that between the pair of reflecting mirror films provided in the first light emitting element 20. Light is emitted from the same side of the first light emitting element 20 and the lasing portions 40 and 50 of the second light emitting element 30.

**[0057]** The light emitting device 10A having such a configuration is, for example as shown in Fig. 5, enclosed in a package 1 for practical use. The package 1 has, for example, a disk-shaped supporting body 2 and a cover body 3 provided on the side of one face of the supporting body 2. Inside the cover body 3, the supporting base 11 is supported by the supporting body 2 and

the light emitting device 10A is enclosed. Light emitted from the light emitting device 10A goes out from a window 3a of the cover body 3.

[0058] The package 1 is provided with a plurality of conductive pins 4a to 4d, and the pin 4a is electrically connected to the supporting base 11. The other pins 4b to 4d, for example, penetrate the supporting body 2 via insulating rings 5b to 5d respectively and extend from the inside of the cover body 3 to the outside. The wiring layer 13 is electrically connected to the pin 4b via a wire 6b. The n-side electrode 29 is electrically connected to the pin 4c via a wire 6c. The n-side electrode 33 is electrically connected to the pin 4d via a wire 6d. Although the package 1 having the four pins 4a to 4d is described here as an example, the number of pins can be set as appropriate. For example, when the wiring layer 13 and the supporting base 11 are connected to each other via a wire, the pin 4b is unnecessary and the number of pins becomes three.

[0059] Such a light emitting device 10A can be manufactured as follows. Figs. 6A to 9B show the manufacturing steps of the method of manufacturing the light emitting device 10A.

[0060] First, as shown in Fig. 6A, for example, the first substrate 21 made of n-type GaN having a thickness of about 400  $\mu\text{m}$  is prepared. On the surface of the first substrate 21, the n-type cladding layer 22 made of n-type AlGaIn mixed crystal, the active layer 23 made of InGaIn mixed crystal, the degradation preventing layer 24 made of p-type AlGaIn mixed crystal, the p-type cladding layer 25 made of p-type AlGaIn mixed crystal, and the p-side contact layer 26 made of p-type GaN are grown in order by MOCVD. At the time of growing each of the layers, the temperature of the first substrate 21 is adjusted to, for example, 750  $^{\circ}\text{C}$  to 1100  $^{\circ}\text{C}$ .

[0061] Referring to Fig. 6B, a mask (not shown) is formed on the p-side contact layer 26. The upper layer portion of each of the p-side contact layer 26 and the p-type cladding layer 25 is selectively etched into a narrow strip shape, and thus the p-type cladding layer 25 is exposed. Subsequently, by using the not-shown mask on the p-side contact layer 26, the insulating layer 27 is formed so as to cover the surface of the p-type cladding layer 25 and the side faces of the p-side contact layer 26.

[0062] After forming the insulating layer 27, on and around the surface of the p-side contact layer 26, for example, palladium, platinum, and gold are vapor-deposited in order, and the p-side electrode 28 is formed. Further, in order to easily cleave the first substrate 21 in a process which will be described hereinafter, the rear face side of the first substrate 21 is, for example, lapped and polished so that the thickness of the first substrate becomes about 100  $\mu\text{m}$ .

[0063] Subsequently, on the rear face side of the first substrate 21, the insulating film 14 is formed in correspondence with the position of the lasing portion 40, and the wiring layer 13 is formed on the insulating film 14. In correspondence with the position of the lasing portion

50, for example, titanium and aluminum are vapor-deposited in order, and the n-side electrode 29 is formed. Specifically, each of the wiring layer 13 and the n-side electrode 29 is formed in a position apart from the p-side contact layer 26 by about 60  $\mu\text{m}$ . In the embodiment, the first substrate 21 is made of GaN which is transparent in the visible region, and layers which are made of Group III-V compound semiconductors and are also transparent in the visible region are stacked on the first substrate 21. Therefore, the position of the p-side electrode 28 can be observed from the first substrate 21 side and the positioning in the lithography process can be performed with high precision. That is, the positions in which the wiring layer 13 and the n-side electrode 29 are formed can be precisely controlled. Since GaN of the first substrate 21 is hard, even when the thickness of the first substrate 21 is about 100  $\mu\text{m}$ , there is no possibility that the first substrate 21 is cracked or the like in the lithography process.

[0064] After forming the wiring layer 13 and the n-side electrode 29, heat treatment is performed to thereby alloy the n-side electrode 29. After that, although not shown, the first substrate 21 is, for example, cleaved perpendicular to the longitudinal direction of the p-side electrode 28 in a predetermined width and a pair of reflecting mirror films are formed on the cleaved faces. In such a manner, the first light emitting element 20 is fabricated.

[0065] As shown in Fig. 7A, for example, the second substrate 31 made of n-type GaAs having a thickness of about 350  $\mu\text{m}$  is prepared. On the surface of the second substrate 31, the buffer layer 32 made of n-type GaAs, the n-type cladding layer 41 made of n-type AlGaIn mixed crystal, the active layer 42 made of  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  (where  $x \geq 0$ ) mixed crystal, the p-type cladding layer 43 made of p-type AlGaAs mixed crystal, and the p-type cap layer 44 made of p-type GaAs are grown in order by MOCVD. At the time of growing each of the layers, the temperature of the second substrate 31 is adjusted to, for example, 750  $^{\circ}\text{C}$  to 800  $^{\circ}\text{C}$ .

[0066] As shown in Fig. 7B, a resist film  $R_1$  is formed on the p-type cap layer 44 in correspondence with the region in which the lasing portion 40 is to be formed. After that, by using the resist film  $R_1$  as a mask, the p-type cap layer 44 is selectively removed by using, for example, sulfuric-acid-based etchant, and the portion which is not covered with the resist film  $R_1$  of the p-type cap layer 44, p-type cladding layer 43, active layer 42, and n-type cladding layer 41 is selectively removed by using hydrofluoric-acid-based etchant. After that, the resist film  $R_1$  is removed.

[0067] Subsequently, as shown in Fig. 8A, by MOCVD for example, the buffer layer 51 made of n-type InGaP mixed crystal, the n-type cladding layer 52 made of n-type AlGaInP mixed crystal, the active layer 53 made of  $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{P}$  (where  $x \geq 0$  and  $y \geq 0$ ) mixed crystal, the p-type cladding layer 54 made of p-type AlGaInP mixed crystal, and the p-type cap layer 55 made of p-type



GaAs are grown in order. At the time of growing each of the layers, the temperature of the second substrate 31 is adjusted to, for example, about 680 °C.

[0068] After that, as shown in Fig. 8B, a resist film R<sub>2</sub> is formed on the p-type cap layer 55 in correspondence with the region in which the lasing portion 50 is to be formed. By using the resist film R<sub>2</sub> as a mask, the p-type cap layer 55 is selectively removed by using, for example, sulfuric-acid-based etchant, and the p-type cladding layer 54, active layer 53, and n-type cladding layer 52 are selectively removed by using phosphoric-acid-based etchant and hydrochloric-acid-based etchant. The buffer layer 51 is selectively removed by using hydrochloric-acid-based etchant. After that, the resist film R<sub>2</sub> is removed.

[0069] After removing the resist film R<sub>2</sub>, as shown in Fig. 9A, for example, a narrow strip-shaped mask (not shown) is formed on the p-type cap layers 44 and 55, and an n-type impurity such as silicon is introduced into the p-type cap layers 44 and 55 and an upper layer portion of the p-type cladding layers 43 and 54 by ion implantation. The impurity introduced regions are insulated and become the current block regions 45 and 56. In this case, since the positions of the p-type cap layers 44 and 55 are defined by using lithography, the positions can be controlled accurately.

[0070] After forming the current block regions 45 and 56, as shown in Fig. 9B, for example, nickel, platinum, and gold are vapor-deposited in order on and around the p-type cap layers 44 and 55 to form the p-side electrodes 46 and 57. Further, by lapping and polishing the rear face side of the second substrate 31, the thickness of the second substrate 31 is set to, for example, about 100 μm. Subsequently, for example, an alloy of gold and germanium, nickel, and gold are vapor-deposited in order on the rear face side of the second substrate 31 to thereby form the n-side electrode 33 common to the lasing portions 40 and 50. After that, heat treatment is performed to alloy the p-side electrodes 46 and 57 and the n-side electrode 33. Further, although not shown, for example, the second substrate 31 is cleaved in predetermined width perpendicular to the longitudinal direction of the p-side electrodes 46 and 57 and a pair of reflecting mirror films are formed on the cleaved faces. In such a manner, the second light emitting element 30 is formed.

[0071] After forming the first and second light emitting elements 20 and 30 as described above, the supporting base 11 is prepared. For example, by the adhesive layer 12, the insulating layer 27 and the p-side electrode 28 of the first light emitting element 20 and the supporting base 11 are attached to each other. For example, by the adhesive layer 15, the p-side electrode 46 of the second light emitting element 30 and the wiring layer 13 are attached to each other. For example, by the adhesive layer 16, the p-side electrode 57 in the second light emitting element 30 and the p-side electrode 29 in the first light emitting element 20 are attached to each other. In such a manner, the light emitting device 10A shown in Fig. 4

is completed.

[0072] Since the second light emitting element 30 is disposed on the first light emitting element 20 so as to make the wiring layer 13 and the n-side electrode 29 formed with high positioning accuracy by using a high-precision lithography technique correspond to the p-type cap layers 44 and 55 similarly formed with high positioning accuracy by using a high-precision lithography technique, the positions of the light emitting regions are also accurately controlled.

[0073] In the case of simultaneously attaching the supporting base 11 to the first light emitting element 20, and attaching the first and second light emitting elements 20 and 30, it is preferable to form the adhesive layers 12, 15 and 16 by using the same material. In the case of performing adhesion separately, it is preferable to form an adhesive layer to be attached first by using a material having a melting point higher than that of a material of an adhesive layer to be attached later. Specifically, the adhesive layer to be attached first is made of an alloy of gold and tin, and the adhesive layer to be attached later is made of tin. Thus, the adhesion can be excellently performed in each of the times without heating the layers more than necessary.

[0074] The light emitting device 10A is enclosed in the package 1 as shown in Fig. 5 and operates as follows.

[0075] In the light emitting device 10A, when a voltage is applied between the n-side electrode 29 and the p-side electrode 28 in the first light emitting element 20 via the pins 4c and 4a of the package 1, a current is passed to the active layer 23, light is emitted by recombination of electrons and holes, and light having a wavelength of around 400 nm is emitted from the first light emitting element 20. When a predetermined voltage is applied between the n-side electrode 33 in the second light emitting element 30 and the p-side electrode 46, a current is passed to the active layer 42, light is emitted by recombination of electrons and holes, and light having a wavelength in the band on the order of 700 nm is emitted from the lasing portion 40. Further, when a predetermined voltage is applied between the n-side electrode 33 in the second light emitting element 30 and the p-side electrode 57 via the pins 4d and 4c, a current is passed to the active layer 53, light is emitted by recombination of electrons and holes, and light having a wavelength in the band on the order of 600 nm is emitted from the lasing portion 50. The light goes out from the package 1 through the light outgoing window 3a of the package 1.

[0076] Although heat is also generated at the time of light emission, since the first substrate 21 is made of a material having relatively high thermal conductivity, the heat generated by the lasing portion 40 or 50 is promptly dissipated via the first substrate 21 and the supporting base 11. The heat generated by the first light emitting element 20 is promptly dissipated via the supporting base 11.

[0077] In the light emitting device 10A according to

the embodiment as described above, the first and second light emitting elements 20 and 30 are stacked. It becomes therefore unnecessary to grow Group III-V compound semiconductor layers of the nitride system, and Group III-V compound semiconductor layers of the systems AlGaAs and AlGaInP on the same substrate. Thus, the multiple-wavelength laser having a wavelength of around 400 nm can be easily obtained. The use of the light emitting device 10A makes it possible to easily produce, for example, an optical disk drive capable of optical recording/playback using any optical disk by a plurality of kinds of light sources.

[0078] Especially, the first light emitting element 20 has a Group III-V compound semiconductor layer of the nitride system so as to emit light having a wavelength of around 400 nm. Thus, by mounting the light emitting device 10A on an optical device such as an optical disk drive, optical recording/playback using an optical disk on which information is recorded at higher recording area density becomes possible.

[0079] Since the first substrate 21 is made of the material which is transparent in the visible region, the n-side electrode 29 and the wiring layer 13 can be formed with high positioning accuracy by using the lithography technique. By attaching the p-side electrodes 46 and 57 in the second light emitting element 30 formed with high positioning accuracy by using the lithography technique, the positions of the light emitting regions of the first and second light emitting elements 20 and 30 can be accurately controlled. Further, by setting each of the intervals to a predetermined small value, light emitted from each of the light emitting elements is allowed to come out through a region of a small diameter.

[0080] In addition, the first substrate 21 is made of the material having high thermal conductivity, so that the heat generated at the time of light emission in the lasing portions 40 and 50 can be promptly dissipated to the supporting base 11 via the first substrate 21. Thus, even when the second light emitting element 30 is disposed on the first light emitting element 20, the temperature of the light emitting element 30 can be prevented from rising, so that the device can stably operate for long time.

[0081] The light emitting device 10A is used for, for example, an optical disk recording/playback apparatus as an optical device. Fig. 10 schematically shows the configuration of the optical disk recording/playback apparatus. The optical disk recording/playback apparatus reproduces information recorded on an optical disk by using light of different wavelengths and records information onto an optical disk. The optical disk recording/playback apparatus has an optical system for guiding outgoing light  $L_{out}$  having a predetermined wavelength emitted from the light emitting device 10A to an optical disk D and reading signal light (reflection light  $L_{ref}$ ) from the optical disk D under the control of the light emitting device 10A and a control unit 111. The optical system has a beam splitter 112, a collimator lens 113, a mirror 114, a quarter-wave plate 115, an objective lens 116, a

signal light detection lens 117, a signal light detection photoreceiving device 118, and a signal light reproducing circuit 119.

[0082] In the optical disk recording/playback apparatus, the outgoing light  $L_{out}$  having, for example, strong intensity from the light emitting device 10 is reflected by the beam splitter 112, made parallel light by the collimator lens 113, and reflected by the mirror 114. The outgoing light  $L_{out}$  reflected by the mirror 114 passes through the quarter-wave plate 115. After that, the outgoing light  $L_{out}$  is condensed by the objective lens 116, and is incident on the optical disk D, thereby writing information onto the optical disk D. The outgoing light  $L_{out}$  having, for example, weak intensity from the light emitting device 10 passes through the optical components as described above and is incident on and reflected by the optical disk D. The reflection light  $L_{ref}$  passes through the objective lens 116, quarter-wave plate 115, mirror 114, collimator lens 113, beam splitter 112, and signal light detection lens 117, and is incident on the signal light detection photoreceiving device 118 where the light is converted to an electric signal. After that, the information written on the optical disk D is reproduced by the signal light reproducing circuit 119.

[0083] As described above, the light emitting device 10A according to the embodiment can be enclosed in a single package and the outgoing light  $L_{out}$  is emitted from the plurality of light emitting regions spaced accurately. By using the light emitting device 10A, the plurality of outgoing light  $L_{out}$  of different wavelengths can be guided to predetermined positions by using the common optical system. Thus, the small, low-cost optical disk recording/playback apparatus having a simplified configuration can be realized. Since an error in the light emitting point intervals is extremely small, the position of the reflection light  $L_{ref}$  forming an image in a photoreceiving portion (signal light detection photoreceiving device 118) can be prevented from varying according to optical disk recording/playback apparatuses. That is, the optical system can be easily designed and the yield of the optical disk recording/playback apparatus can be improved.

[0084] The light emitting device 10A of the embodiment can realize light emission of three wavelengths, that is, around 400 nm, in the range of the order of 600 nm, and in the range of the order of 700 nm. This enables optical recording/playback by using not only existing various optical disks such as CD-ROM (Read Only Memory), CD-R, CD-RW, MD, and DVD-ROM, but also what is called DVD-RAM (Random Access Memory), DVD+RW, DVD-R/RW and the like which are currently proposed as rewritable mass-storage disks. Further, optical recording/playback also becomes possible using next-generation recordable optical disks having higher recording area density (for example, 20 G bytes or more) (such as optical disks used for a DVR (Digital Video Recorder) or VDR (Video Disk Recorder) which are proposed as optical disk apparatuses of the next gen-



eration). The use of such recordable mass-storage disks of the next generation enables video data recording and reproduction of recorded data (images) with high picture quality and excellent operability.

**[0085]** The description given above relates to an example in which the light emitting device 10A is applied to the optical disk recording/playback apparatus. However, obviously, the light emitting device 10A have extensive application to various optical apparatuses such as optical disk playback apparatuses, optical disk recording apparatuses, magneto optic disk apparatuses for optical recording/playback using magneto optical disks (MOs), and optical communication systems. It can be also applied to equipment having a vehicle-mounted semiconductor laser apparatus which has to operate at high temperature, and the like.

## Second Embodiment

**[0086]** Fig. 11 shows a sectional structure of a light emitting device 10B according to a second embodiment of the invention. The light emitting device 10B has the same configuration, action, and effects as those of the light emitting device 10A except that a second light emitting element 60 is provided in place of the second light emitting element 30 in the light emitting device 10A in the first embodiment. The same reference numerals are given to the same components as those of the first embodiment and their detailed description will not be repeated.

**[0087]** The second light emitting element 60 in the second embodiment has the same configuration as that of the second light emitting element 30 except that a lasing portion 70 capable of emitting light having a wavelength in the band on the order of 500 nm (for example, 520 nm) is provided in place of the lasing portion 40 of the second light emitting element 30 in the first embodiment and the buffer layer 32 is not provided.

**[0088]** The lasing portion 70 has a configuration in which, for example, an n-type cladding layer 72, a guide layer 73, an active layer 74, a guide layer 75, a p-type cladding layer 76, a first p-type semiconductor layer 77, a second p-type semiconductor layer 78, a p-type superlattice layer 79, and a p-side contact layer 80 are laid one upon another in the order named on the second substrate 31 on the side thereof on which the supporting base 11 is disposed, with a buffer layer 71 in between. Each of the layers is made of, for example, a Group II-VI compound semiconductor containing at least one element selected from the group of Group 2A or 2B elements in the short-period type periodic table consisting of zinc (Zn), cadmium (Cd), mercury (Hg), beryllium (Be) and magnesium (Mg), and at least one element selected from the group of Group 6B elements in the short-period type periodic table consisting of sulfur (S), selenium (Se) and tellurium (Te).

**[0089]** Specifically, the buffer layer 71 is made by depositing in order an n-type GaAs film doped with silicon

as an n-type impurity, a ZnSe film doped with chlorine (Cl) as an n-type impurity, and a ZnSSe mixed crystal layer doped with chlorine as an n-type impurity, from the side of the second substrate 31. The thickness of the buffer layer 71 is, for example, 100 nm. The n-type cladding layer 72 is, for example, 1  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type ZnMgSSe mixed crystal doped with chlorine as an n-type impurity. The guide layer 73 is, for example, 0.1  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type ZnSSe mixed crystal doped with chlorine as an n-type impurity or undoped ZnSSe mixed crystal. The active layer 74 is, for example, 20 nm thick and has a multiple quantum well structure of a well layer and a barrier layer which are made of  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Se}$  (where  $x \geq 0$ ) mixed crystal of different compositions. The active layer 74 functions as a light emitting portion.

**[0090]** The guide layer 75 is, for example, 0.1  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type ZnSSe mixed crystal doped with nitrogen as a p-type impurity or undoped ZnSSe mixed crystal. The p-type cladding layer 76 has, for example, 1.0  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type ZnMgSSe mixed crystal doped with nitrogen as a p-type impurity. The first p-type semiconductor layer 77 is, for example, 0.2  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type ZnSSe mixed crystal doped with nitrogen as a p-type impurity. The second p-type semiconductor layer 78 is, for example, 0.2  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type ZnSe doped with nitrogen as a p-type impurity. The p-type superlattice layer 79 is, for example, 35 nm thick and is formed by alternately depositing a p-type ZnSe film doped with nitrogen as a p-type impurity and a p-type ZnTe film doped with nitrogen as a p-type impurity. The p-side contact layer 80 is, for example, 0.1  $\mu\text{m}$  thick and is made of p-type ZnTe doped with nitrogen as a p-type impurity.

**[0091]** A part of the first p-type semiconductor layer 77, second p-type semiconductor layer 78, p-type superlattice layer 79, and p-side contact layer 80 are formed in a narrow strip shape extending in the cavity direction so that a current is restricted. On both sides of the strip portion, current block regions 81 are provided. The region in the active layer 74 corresponding to the p-side contact layer 80 serves as a light emitting region.

**[0092]** On the side of the p-type contact layer 80 opposite to the p-type superlattice layer 79, a p-side electrode 82 is formed. The p-side electrode 82 is formed by, for example, depositing in order palladium (Pd), platinum, and gold from the side of the p-side contact layer 80 and alloying the deposited materials by heat treatment, and is electrically connected to the p-side contact layer 80. The p-side electrode 82 is also electrically connected to the wiring layer 13 via the adhesive layer 15.

**[0093]** The light emitting device 10B having such a configuration can be manufactured in a manner similar to the first embodiment except that the second light emitting element 60 is formed in place of the second light emitting element 30 in the light emitting device 10A.

**[0094]** Specifically, the second light emitting element 60 is produced as follows. First, as shown in Fig. 12A,

in a manner similar to the first embodiment, for example, the buffer layer 51 made of n-type InGaP mixed crystal, the n-type cladding layer 52 made of n-type AlGaInP mixed crystal, the active layer 53 made of  $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{P}$  (where  $x \geq 0$  and  $y \geq 0$ ) mixed crystal, the p-type cladding layer 54 made of p-type AlGaInP mixed crystal, and the p-type cap layer 55 made of p-type GaAs are grown in order on the surface of the second substrate 31 made of n-type GaAs.

[0095] Subsequently, as shown in Fig. 12B, in correspondence with the region in which the lasing portion 50 is to be formed, a mask M made of silicon dioxide or silicon nitride ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) is formed by, for example, CVD (Chemical Vapor Deposition) on the p-type cap layer 55. By using the mask M, etching such as RIE (Reactive Ion Etching) is performed, thereby selectively removing the p-type cap layer 55, p-type cladding layer 54, active layer 53, n-type cladding layer 52, and buffer layer 51.

[0096] Subsequently, as shown in Fig. 13A, on the surface of the second substrate 31, by MBE (Molecular Beam Epitaxy) for example, the buffer layer 71 in which an n-type GaAs film, an n-type ZnSe film, and an n-type ZnSSe mixed crystal layer are deposited in the order named, the n-type cladding layer 72 made of n-type ZnMgSSe mixed crystal, the guide layer 73 made of n-type ZnSSe mixed crystal, the active layer 74 made of  $\text{Zn}_x\text{Se}_{1-x}\text{Cd}$  (where  $x \geq 0$ ) mixed crystal, the guide layer 75 made of p-type ZnSSe mixed crystal, the p-type cladding layer 76 made of p-type ZnMgSSe mixed crystal, the first p-type semiconductor layer 77 made of p-type ZnSSe mixed crystal, the second p-type semiconductor layer 78 made of p-type ZnSe, the p-type superlattice layer 79 in which a p-type ZnSe film and a p-type ZnTe film are alternately deposited, and the p-side contact layer 80 made of p-type ZnTe are grown in order. At the time of growing each of the layers, the temperature of the second substrate 31 is adjusted to, for example, about 280 °C. After that, the mask M is removed.

[0097] After removing the mask M, as shown in Fig. 13B, for example, a mask (not shown) having an opening corresponding to the region in which the current block region 56 is to be created is formed, and an n-type impurity such as chlorine is introduced by ion implantation, thereby forming the current block regions 56. A mask (not shown) having an opening corresponding to the region in which the current block region 81 is to be created is formed on the entire surface, and an n-type impurity such as chlorine is introduced by ion implantation to the p-side contact layer 80, p-type superlattice layer 79, second p-type semiconductor layer 78, and to the upper layer portion of the first p-type semiconductor layer 77, thereby forming the current block region 81. Since the lithography technique is used here in a manner similar to the first embodiment, the positions of the light emitting regions in the lasing portions 50 and 70 can be precisely defined.

[0098] After forming the current block regions 56 and 81, as shown in Fig. 14, on and around the surface of

the p-type cap layer 55, for example, titanium, platinum, and gold are vapor-deposited in order, to thereby form the p-side electrode 57. On and around the surface of the p-side contact layer 80, for example, palladium, platinum, and gold are vapor-deposited in order, to form the p-side electrode 82. Subsequently, a mask (not shown) is formed in correspondence with the region in which the lasing portions 50 and 70 are formed, and the portion from the p-side contact layer 80 to the buffer layer 71 is selectively removed.

[0099] After selectively removing the portion from the p-side contact layer 80 to the buffer layer 71, the rear face side of the second substrate 31 is, for example, lapped and polished to form the n-side electrode 33 on the rear face side of the second substrate 31 in a manner similar to the first embodiment. Subsequently, heat treatment is performed to alloy the p-side electrodes 57 and 82 and the n-side electrode 33. Finally, the second substrate 31 is cleaved in a predetermined width perpendicularly to the longitudinal direction of the p-side electrodes 57 and 82, and a pair of not-shown reflecting mirror films are formed on the cleaved faces. In such a manner, the second light emitting element 60 is fabricated.

[0100] Since the light emitting device 10B according to the embodiment has the first light emitting element 20 capable of emitting light in the band on the order of 400 nm and the second light emitting element 60 having the lasing portion 70 capable of emitting light in the band on the order of 500 nm and the lasing portion 50 capable of emitting light in the range of the order of 700 nm, the light emitting device for emitting light of three primary colors of red (R), green (G), and blue (B) can be realized. The light emitting device 10B can be used as a light source of not only the optical disk drive but also full-color displays.

[0101] In the case of using the light emitting device 10B as light sources of full-color displays, by adjusting the composition of the material of each of the active layers 23, 53, and 74 as appropriate, light emitted from each of the light emitting portions can have a desired hue.

[0102] Fig. 15 shows a schematic configuration of a display 120 using the light emitting device 10B according to the embodiment. The display 120 has a board 121 and a plurality of light emitting devices 10B according to the embodiment provided on one face of the board 121. For example, each of the light emitting devices 10B is enclosed in the package 1 as shown in Fig. 5 and the light emitting devices 10B are arranged in a matrix of M rows and N columns (where, M and N are natural numbers). Although not shown in Fig. 15, on the board 121, common lines 122 and 123 in the column direction and common lines 124 and 125 in the row direction are formed.

[0103] Fig. 16 shows a schematic configuration of a driving circuit of the display 120. The supporting base 11 of each of the light emitting devices 10B is connected

to the common line 122 in the column direction via a wire, and the n-side electrode 33 in the second light emitting element 60 is connected to the common line 123 in the column direction via a wire. The wiring layer 13 is connected to the common line 124 in the row direction, and the n-side electrode 29 in the first light emitting element 20 is connected to the common line 125 in the column direction via a wire. The common lines 122 to 125 are connected to a control unit (not shown) and a desired color is displayed according to a signal from the control unit.

**[0104]** The light emitting device 10B of the second embodiment acts in a manner similar to the light emitting device 10A of the first embodiment except that, when a voltage is applied between the n-side electrode 33 and the p-side electrode 82 via the pins 4d and 4b of the package 1 (Fig. 5), a current is passed to the active layer 74, light is emitted by recombination of electrons and holes, and light having a wavelength in the band on the order of 500 nm is emitted from the lasing portion 70.

### Third Embodiment

**[0105]** Fig. 17 shows a sectional structure of a light emitting device 10C according to a third embodiment of the invention. The light emitting device 10C has the same configuration, action, and effects as those of the light emitting device 10A of the first embodiment except that a first light emitting element 90 is provided in place of the first light emitting element 20 in the light emitting device 10A of the first embodiment, and a supporting base 17 is provided in place of the supporting base 11. The same reference numerals are given to the same components as those of the first embodiment and their detailed description will not be repeated here.

**[0106]** The first light emitting element 90 is largely different from the first light emitting element 20 with respect to the point that a different material is used for a first substrate 91. For example, the first substrate 91 is made of sapphire having a thickness of about 80  $\mu\text{m}$ . Sapphire is an insulating material and is transparent in the visible region like GaN. The first light emitting element 90 has a configuration in which, for example, on the c-cut plane of the first substrate 91, an n-side contact layer 93, the n-type cladding layer 22, the active layer 23, the degradation preventing layer 24, the p-type cladding layer 25, and the p-type contact layer 26 are laid one upon another in the order named from the side of the first substrate 91 with a buffer layer 92 in between. The insulating layer 27 is formed on the surface of the p-type cladding layer 25 and the side faces of the p-side contact layer 26, and the p-side electrode 28 is formed on the side of the p-side contact layer 26 opposite to the p-side cladding layer 25.

**[0107]** The buffer layer 92 has, for example, 30 nm thick and is made of undoped GaN or n-type GaN doped with silicon as an n-type impurity. The n-side contact layer 93 is, for example, 5  $\mu\text{m}$  thick and is made of n-type

GaN doped with silicon as an n-type impurity.

**[0108]** The n-side contact layer 93 has an exposed portion in which the n-type cladding layer 22, the active layer 23, the degradation preventing layer 24, the p-type cladding layer 25, and the p-side contact layer 26 are not formed. In the exposed portion, for example, an n-side electrode 94 in which titanium and aluminum are deposited in order from the side of the n-side contact layer 93 and alloyed by heat treatment is formed. In the embodiment, the insulating film 27 is provided so as to cover also the side faces of the p-type cladding layer 25, degradation preventing layer 24, active layer 23, and cladding layer 22.

**[0109]** The supporting base 17 is made of an insulating material having high thermal conductivity such as aluminum nitride (AlN). On one face of the supporting base 17, a wiring layer 17a made of a metal is provided in correspondence with the p-side electrode 28 in the first light emitting element 90, and a wiring layer 17b made of a metal is provided in correspondence with the n-side electrode 94. The p-side electrode 28 and the wiring layer 17a are attached to each other with the adhesion layer 12 in between, and the n-side electrode 94 and the wiring layer 17b are attached to each other with an adhesion layer 18 in between.

**[0110]** On the side of the first substrate 91 opposite to the supporting base 17, the wiring layer 13 is provided in a manner similar to the first embodiment, and a wiring layer 19 made of a metal is provided for connecting the lasing portion 50 to the external power source is provided in place of the n-side electrode 29 in the first embodiment.

**[0111]** The light emitting device 10C is used by, for example, being enclosed in a package in a manner similar to the first embodiment. In the package, a placement stage is provided on one face of the supporting body, and the supporting base 17 is placed on the placement stage. The package has, for instance, five pins which are electrically connected to the wiring layers 13, 17a, 17b, and 19 and the n-side electrode 33 via wires. In this case as well, the number of pins can be set as appropriate in a manner similar to the first embodiment.

**[0112]** The light emitting device 10C can be manufactured as follows.

**[0113]** First, as shown in Fig. 18A, for example, the first substrate 91 made of sapphire having a thickness of about 400  $\mu\text{m}$  is prepared. On the c-cut plane of the first substrate 91, the buffer layer 92 made of undoped GaN or n-type GaN is grown. At this time, the temperature of the first substrate 91 is set to, for example, 500  $^{\circ}\text{C}$ . Subsequently, on the buffer layer 92, the n-type contact layer 93 made of n-type GaN, the n-type cladding layer 22 made of n-type AlGaIn mixed crystal, the active layer 23 made of InGaIn mixed crystal, the degradation preventing layer 24 made of p-type AlGaIn mixed crystal, the p-type cladding layer 25 made of p-type AlGaIn mixed crystal, and the p-side contact layer 26 made of p-type GaN are grown in order. At the time of growing

each of the layers, the temperature of the first substrate 91 is adjusted to an appropriate temperature, for example, from 750 to 1100 °C.

[0114] As shown in Fig. 18B, the p-side contact layer 26, p-type cladding layer 25, degradation preventing layer 24, active layer 23, and n-type cladding layer 22 are etched in order, to expose a part of the n-side contact layer 93. After that, a not-shown mask is formed and, by using the mask, the upper layer portion in the p-type cladding layer 25, and the p-side contact layer 26 are formed in a narrow strip shape by, for example, RIE.

[0115] The insulating layer 27 made of silicon dioxide is formed on the side faces of the layers of which part is selectively etched and on the surface of the p-type cladding layer 25 by, for example, vapor deposition. After that, the rear face side of the first substrate 91 is lapped and polished so that the thickness of the first substrate 91 becomes, for example, about 100 μm.

[0116] After thinning the first substrate 91, on the side of the first substrate 91 opposite to the buffer layer 92, the wiring layers 13 and 19 are formed in predetermined positions. In a manner similar to the first embodiment, the first substrate 91 is made of the material transparent in the visible region, so that the positions in which the wiring layers 13 and 19 are formed can be precisely controlled.

[0117] Subsequently, for instance, nickel, platinum, and gold are vapor-deposited in order on and around the surface of the p-side contact layer 26 to form the p-side electrode 28. For example, titanium and aluminum are vapor-deposited in order on the surface of the n-side contact layer 93 to thereby form the n-side electrode 94. Further, by conducting heat treatment, the p-side electrode 28 and the n-side electrode 94 are alloyed. After that, though not shown here, the first substrate 91 is, for example, cleaved in a predetermined width perpendicular to the longitudinal direction of the p-side electrode 28, and a pair of reflecting mirror films are formed on the cleaved faces. In such a manner, the first light emitting element 90 is fabricated.

[0118] After that, in a manner similar to the first embodiment, the second light emitting element 30 is fabricated.

[0119] The supporting base 17 on which wiring layers 17a and 17b are formed is prepared, the p-side electrode 28 in the first light emitting element 90 and the wiring layer 17a are attached to each other with the adhesive layer 12 in between, and the n-side electrode 94 and the wiring layer 17b are attached to each other with the adhesive layer 18 in between. The p-side electrode 46 in the second light emitting element 30 and the wiring layer 13 are attached to each other with the adhesive layer 15 in between, and the p-side electrode 57 and the wiring layer 19 are attached to each other with the adhesive layer 16 in between. In such a manner, the light emitting device 10C is completed.

[0120] In the light emitting device 10C according to the embodiment, the first substrate 91 is made of sap-

phire which is transparent in the visible region, so that the light emitting regions of the first and second light emitting elements 90 and 30 can be precisely controlled in a manner similar to the first embodiment.

[0121] Although the invention has been described above by the embodiments, the invention is not limited to the embodiments but can be variously modified. In the foregoing embodiments, the specific stacked structures of the first light emitting elements 20 and 90 and the second light emitting elements 30 and 60 have been described as examples. The invention is similarly applied to the case where the first light emitting elements 20 and 90 or second light emitting elements 30 and 60 have other structures. For example, the first light emitting element may have a construction to restrict a current by current block regions in a manner similar to the second light emitting elements 30 and 60. The second light emitting element may have a construction to narrow a current by an insulating film made of silicon dioxide or the like in a manner similar to the first light emitting elements 20 and 90. Although a ridge-guiding type semiconductor laser in which gain-guiding type and refractive index-guiding type are combined has been described as an example in the foregoing embodiments, the invention can be similarly applied to a gain-guiding type semiconductor laser and a refractive index-guiding type semiconductor laser.

[0122] Further, in the foregoing embodiments, the case where the layers made of GaN, AlGaAs, and AlGaInP compounds are formed by MOCVD has been described. The layers may be formed by other vapor phase epitaxy such as MBE or hydride vapor phase epitaxy. The hydride vapor phase epitaxy is vapor phase epitaxy in which halogen contributes to transport or reaction. Although the case where the layers made of ZnSe compounds are formed by MBE has been described in the second embodiment, the layers may be formed by other phase vapor epitaxy such as MOCVD.

[0123] In addition, although the specific examples regarding the materials of the first substrates 21 and 91 in the first light emitting elements 20 and 90 have been described, other materials may be also used. It is preferable to use a material which is transparent in the visible region, since effects described in the foregoing embodiments are obtained. More preferably, a material having high thermal conductivity is used. Examples of such materials are aluminum nitride and silicon carbide (SiC).

[0124] Further, in the third embodiment, the case where the second light emitting element 30 having the lasing portion 40 of the system AlGaAs and the lasing portion 50 of the system AlGaInP is provided has been described. Alternatively, the second light emitting element 60 described in the second embodiment may be provided.

[0125] Further, in the foregoing embodiments, the case where the first light emitting element 20 (90) and the second light emitting element 30 (60) emit light of

different wavelengths has been described. A plurality of the first light emitting element 20 (90) can be stacked on one face of the supporting base 11 (17). Further, a plurality of light emitting elements of different characteristics or structures can be stacked. In this case, the wavelengths may be the same or different from each other. In the case of stacking a plurality of light emitting elements of different characteristics, for example, a low-output device and a high-output device can be mixedly used.

**[0126]** Although the case where the first light emitting element 20 (90) has one light emitting portion has been described in the foregoing embodiments, the first light emitting element 20 (90) may have a plurality of light emitting portions, specifically, a plurality of lasing portions in a manner similar to the second light emitting element 30. In this case, the wavelengths of the lasing portions may be the same or different from each other. The characteristics or structures may be the same or different from each other.

**[0127]** Further, in the embodiments, the case where the second light emitting element 30 (60) has two lasing portions has been described. The number of the lasing portions of the second light emitting element may be one or three or more. The wavelengths, characteristics, or structures of the lasing portions may be the same or different from each other.

**[0128]** In addition, although the case where each of the second light emitting elements 30 and 60 is what is called a monolithic type multiple-wavelength laser has been described in the foregoing embodiments, the invention can be also applied to the case where the second light emitting element is what is called a hybrid type multiple-wavelength laser as shown in Fig. 2.

**[0129]** Further, although the specific examples regarding the materials of the supporting bases 11 and 17 have been described in the foregoing embodiments, other materials may be also used. However, a material having high thermal conductivity is preferable. Although the supporting base 11 is made of a metal in the first and second embodiments, in a manner similar to the third embodiment, the supporting base may be made of an insulating material and a wire may be provided on the supporting base.

**[0130]** In addition, although the supporting base 11 (17) is directly supported by the supporting body 2 at the time of housing the light emitting device in the package 1 in the foregoing embodiments, it is also possible to provide a placement stage for the supporting body 2 and place the supporting base 11 (17) on the placement stage.

**[0131]** Although a semiconductor laser has been described as a specific example of the light emitting element in the embodiments, the invention can be also applied to a light emitting device having other light emitting element such as a light emitting diode (LED).

**[0132]** According to the light emitting device of the invention, since the plurality of light emitting elements are

stacked on one face of the supporting base, it is unnecessary to dispose a plurality of light emitting elements on the same substrate, and the device can be easily manufactured.

5 **[0133]** Especially, according to the light emitting device of one aspect of the invention, the first substrate is transparent in the visible region, so that the positions of the light emitting regions in the first and second light emitting elements can be precisely controlled.

10 **[0134]** Moreover, according to the light emitting device of one aspect of the invention, the first light emitting element has a semiconductor layer containing at least one of Group 3B elements and at least nitrogen (N) from Group 5B elements, so that the first light emitting element can emit light of a wavelength around 400 nm. Consequently, when the light emitting device is mounted on an optical device, an optical device having higher performance can be realized.

15 **[0135]** Further, according to the light emitting device of one aspect of the invention, the first substrate is made of either a Group III-V compound semiconductor of the nitride system containing at least one of Group 3B elements and at least nitrogen from Group 5B elements, or sapphire. Heat generated at the time of light emission in the second light emitting element can be therefore promptly dissipated via the first substrate. Thus, a temperature rise in the second light emitting element can be prevented and the device can operate stably for long time.

20 **[0136]** In addition, the optical device according to the invention is constructed by using the light emitting device of the invention. Consequently, higher performance can be achieved and reduction in size and cost can be realized.

25 **[0137]** Obviously many modifications and variations of the present invention are possible in the light of the above teachings. It is therefore to be understood that within the scope of the appended claims the invention may be practiced otherwise than as specifically described.

## Claims

30 **1.** A light emitting device having a plurality of light emitting elements stacked on one face of a supporting base.

35 **2.** A light emitting device comprising:

40 a supporting base;

a first light emitting element having a first substrate, provided on one face of the supporting base; and

45 a second light emitting element having a second substrate, provided on the side of the first light emitting element opposite to the supporting base.

3. A light emitting device according to claim 2, wherein the first substrate is transparent in the visible region.
4. A light emitting device according to claim 2, wherein the first and second light emitting elements can emit light of different wavelengths.
5. A light emitting device according to claim 2, wherein the first light emitting element has a semiconductor layer containing at least one of Group 3B elements and at least nitrogen (N) from Group 5B elements.
6. A light emitting device according to claim 5, wherein the first substrate is made of either a Group III-V compound semiconductor of the nitride system containing at least one of Group 3B elements and at least nitrogen (N) from Group 5B elements, or sapphire ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).
7. A light emitting device according to claim 2, wherein the first light emitting element has a light emitting portion on the first substrate on the side thereof on which the supporting base is disposed.
8. A light emitting device according to claim 2, wherein the second light emitting element has a light emitting portion on the second substrate on the side thereof on which the first light emitting element is disposed.
9. A light emitting device according to claim 2, wherein the second light emitting element has a plurality of light emitting portions of different output wavelengths.
10. A light emitting device according to claim 2, wherein the second substrate is made of gallium arsenide (GaAs).
11. A light emitting device according to claim 2, wherein the second light emitting element has a semiconductor layer containing at least gallium (Ga) from Group 3B elements and at least arsenide (As) from Group 5B elements.
12. A light emitting device according to claim 2, wherein the second light emitting element has a semiconductor layer containing at least indium (In) from Group 3B elements and phosphorus (P) from Group 5B elements.
13. A light emitting device according to claim 2, wherein the second light emitting element has a semiconductor layer containing at least one element selected from the group of Group 2A or 2B elements consisting of zinc (Zn), cadmium (Cd), mercury (Hg), beryllium (Be) and magnesium (Mg), and at least one element selected from the group of Group 6B elements consisting of sulfur (S), selenium (Se) and tellurium (Te).
14. An optical device having a light emitting device in which a plurality of light emitting elements are stacked on one face of a supporting base.
15. An optical device on which a light emitting device is mounted, the light emitting device comprising: a supporting base; a first light emitting element having a first substrate, provided on one face of the supporting base; and a second light emitting element having a second substrate, provided on the side of the first light emitting element opposite to the supporting base.



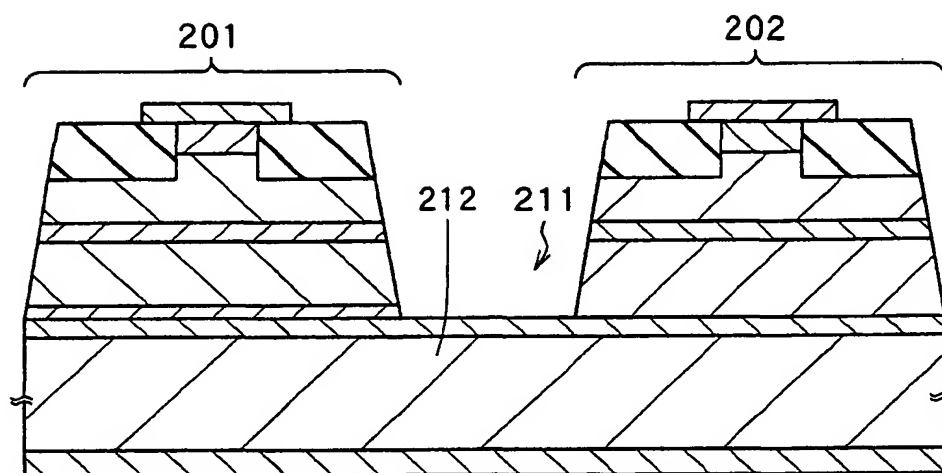


FIG.1

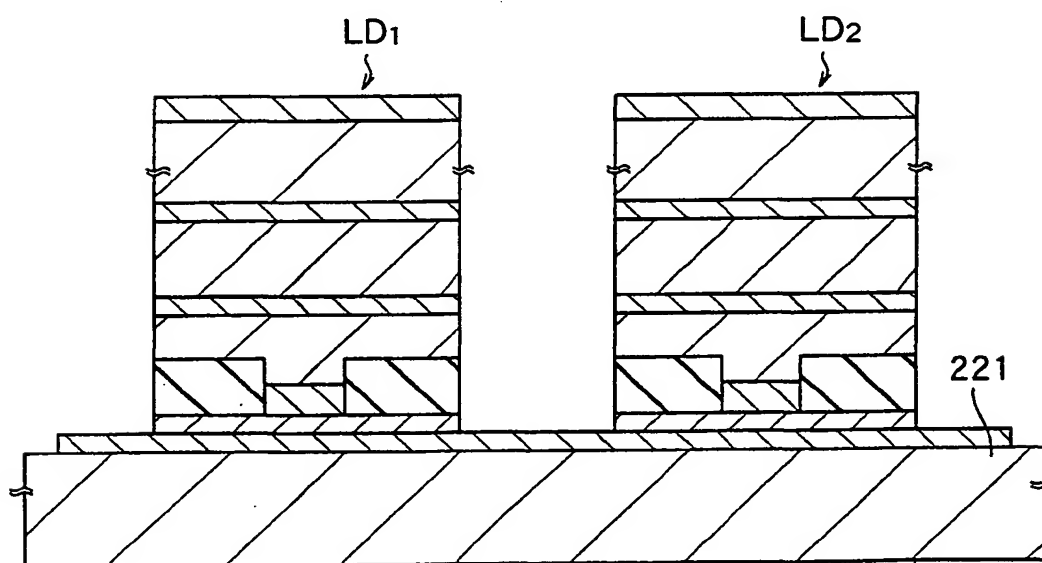


FIG.2

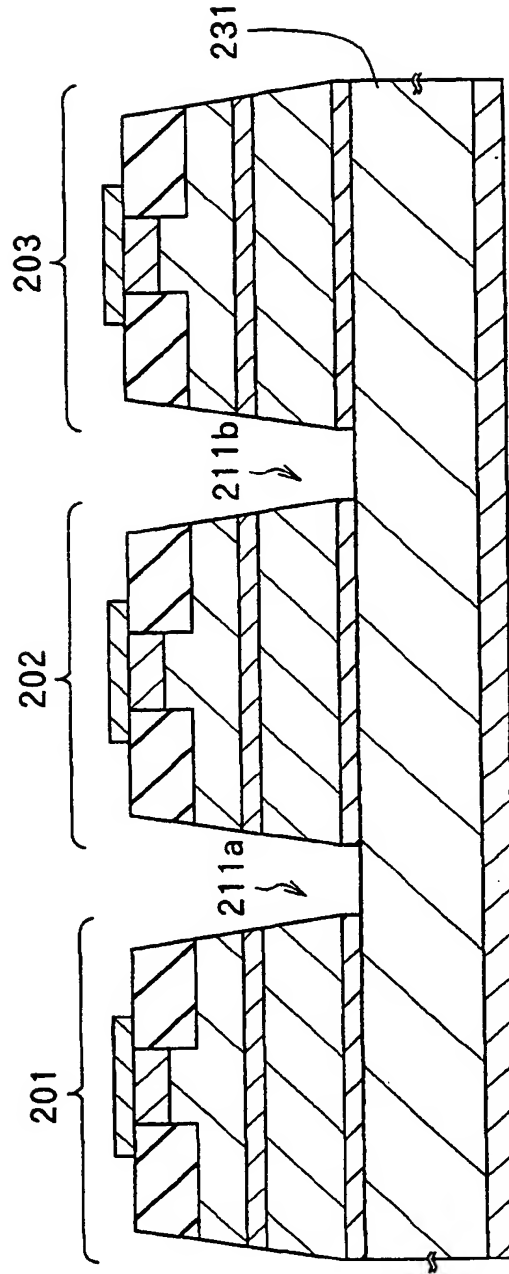


FIG.3

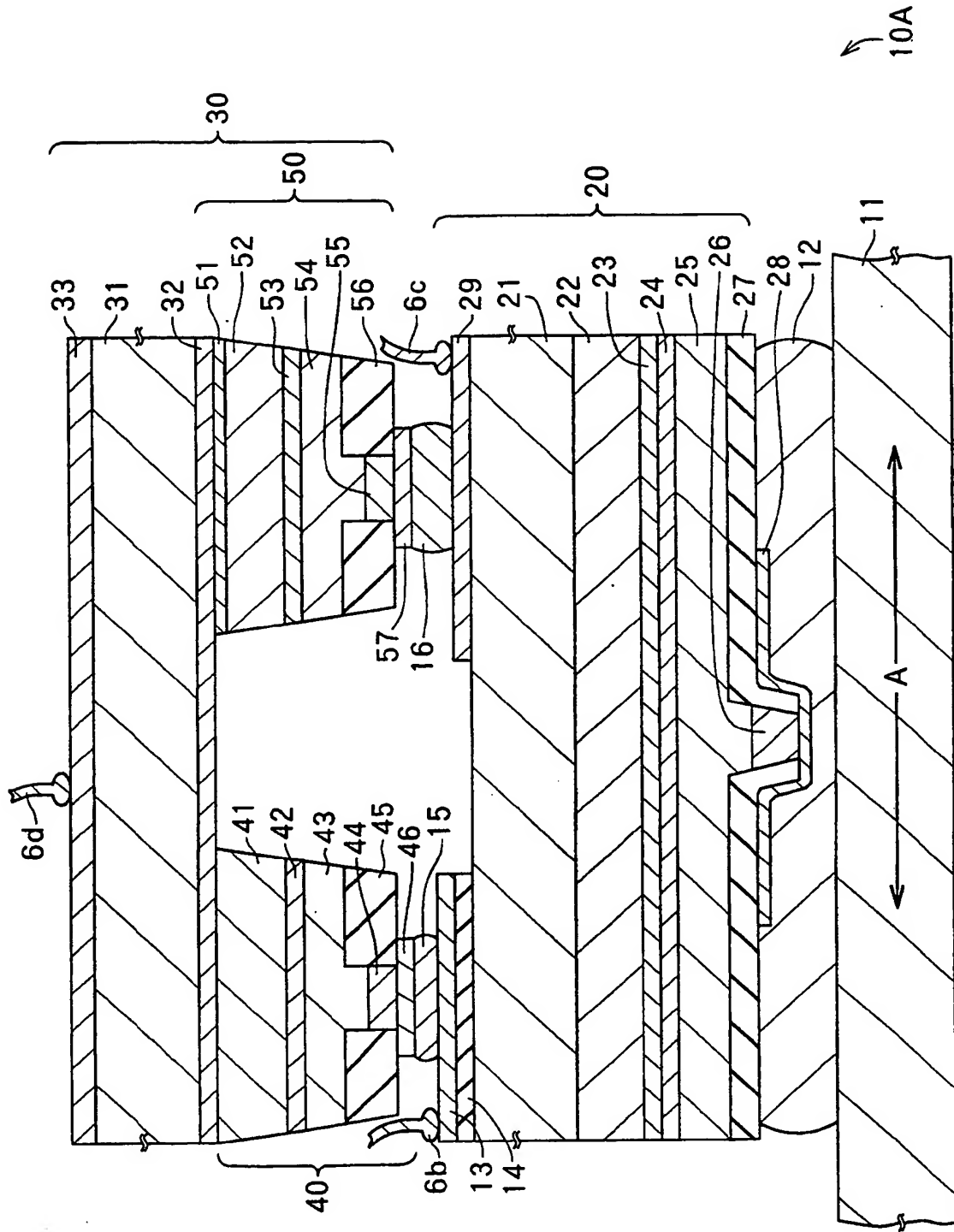


FIG.4

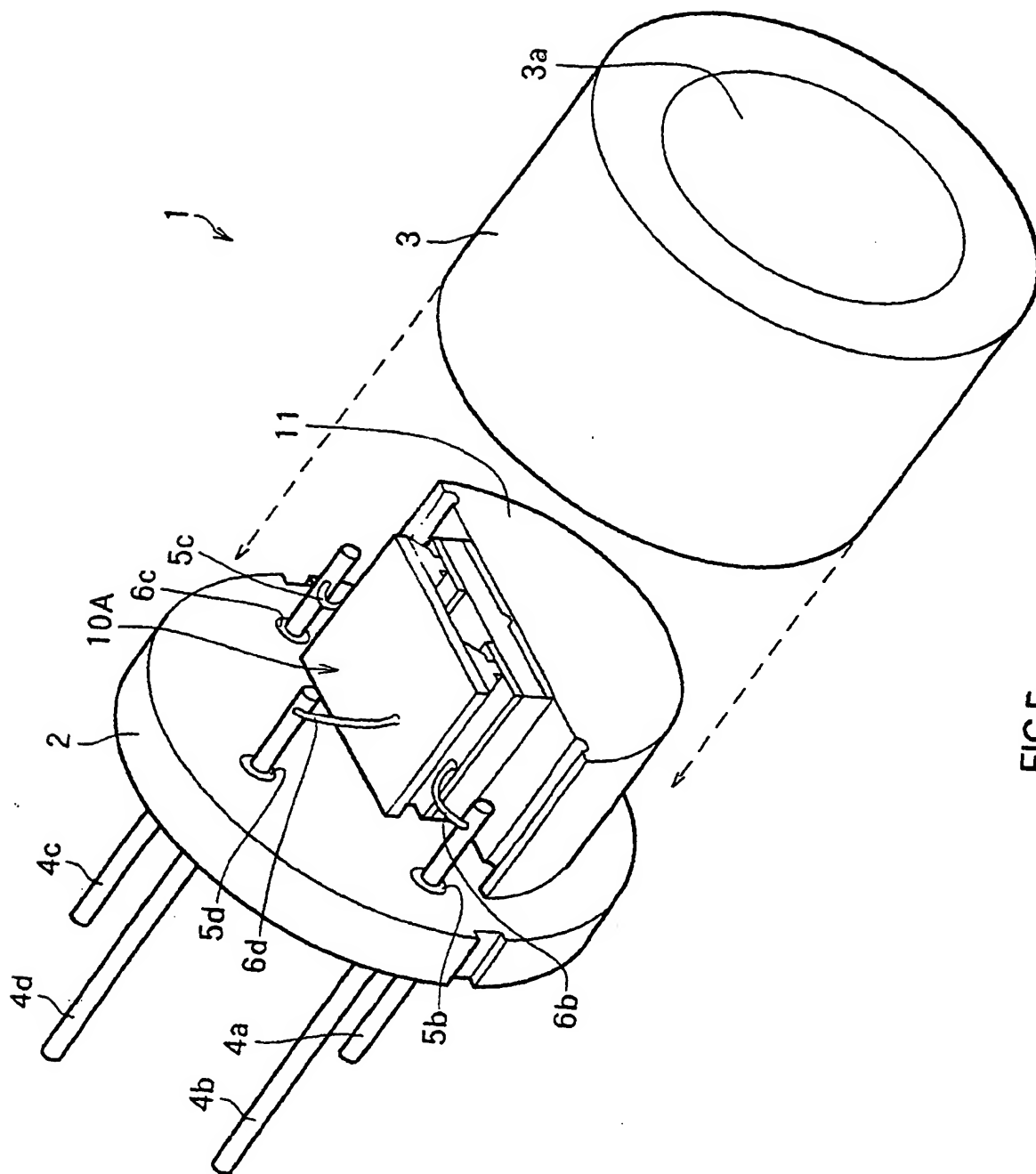
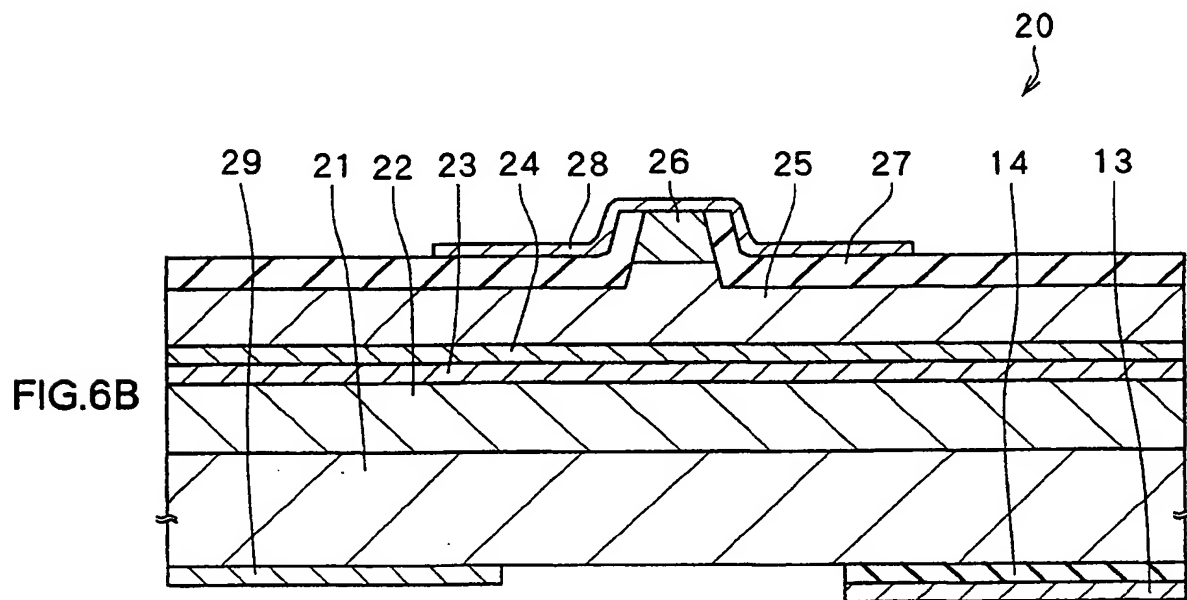
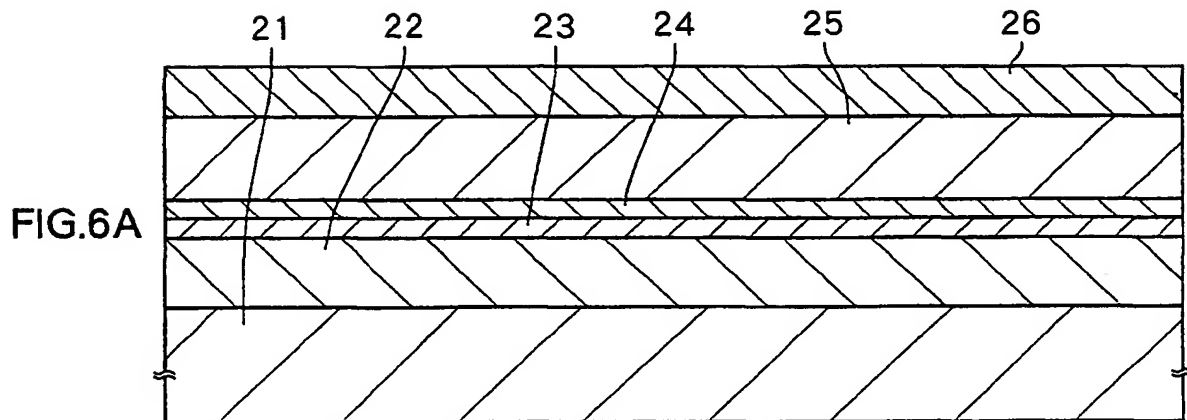


FIG.5



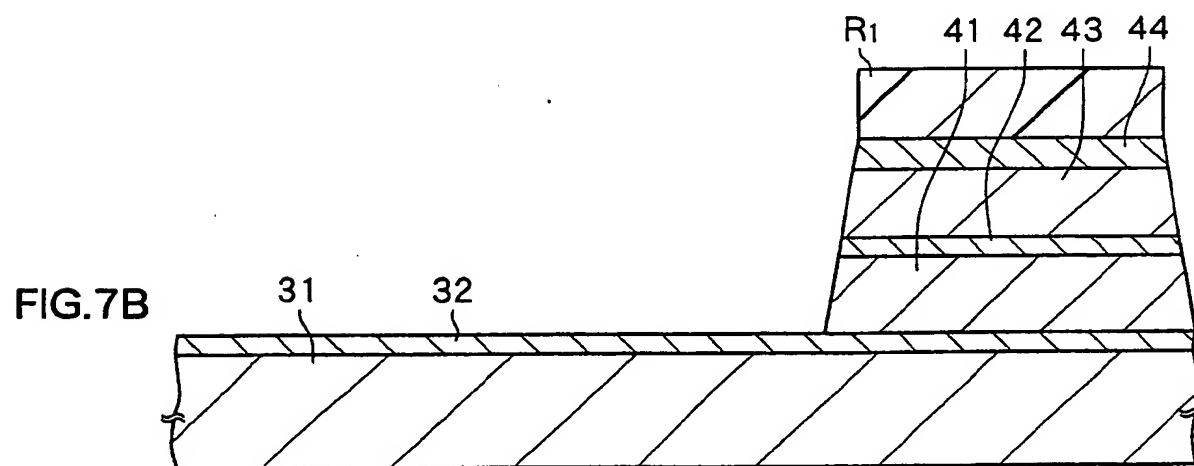
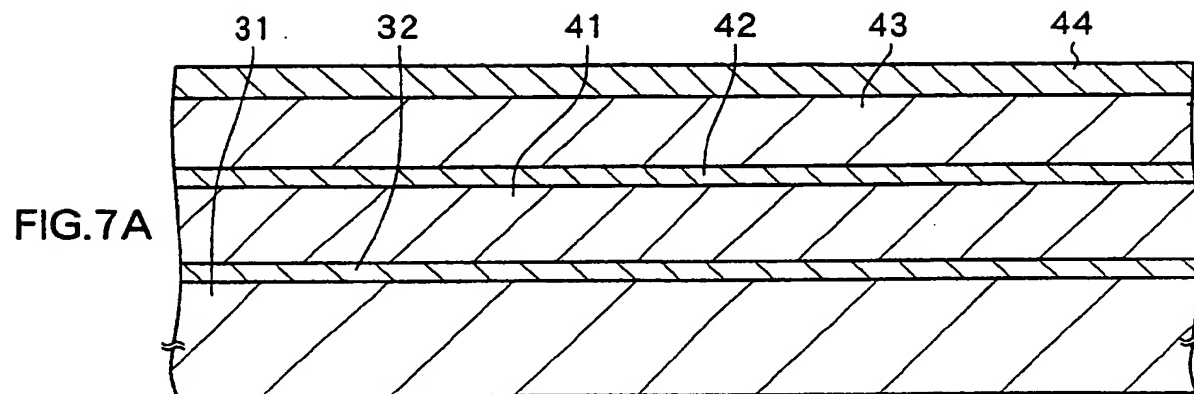




FIG.8A

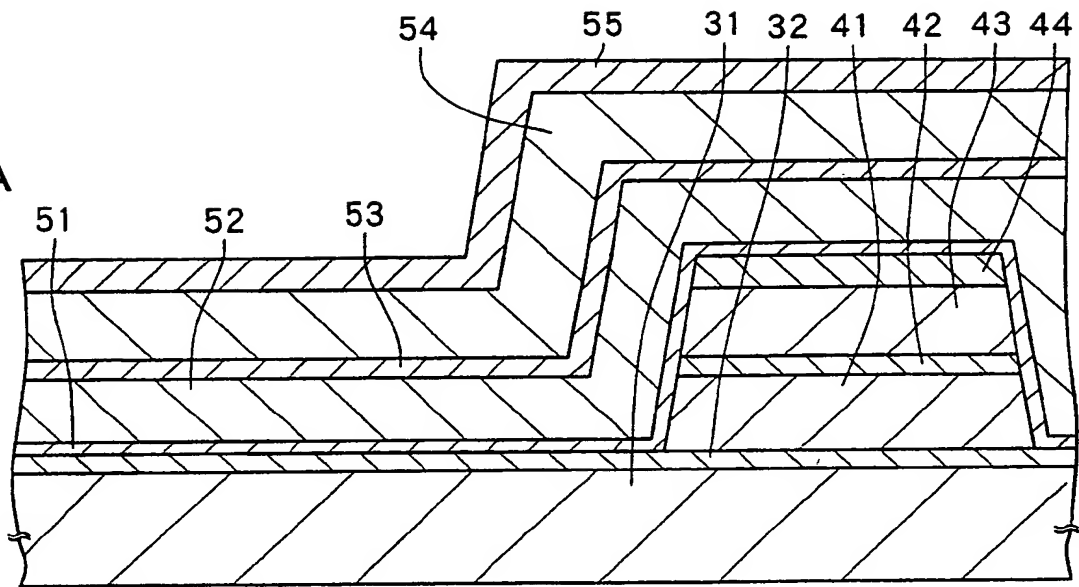
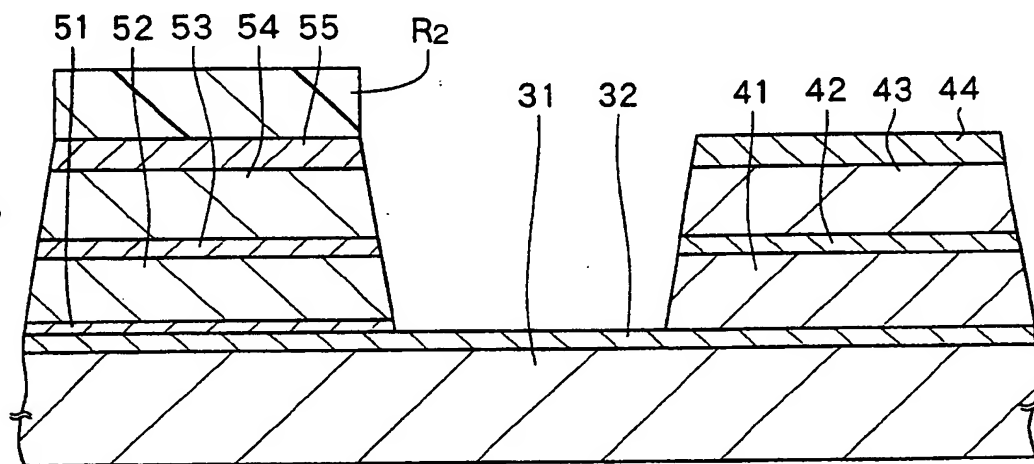
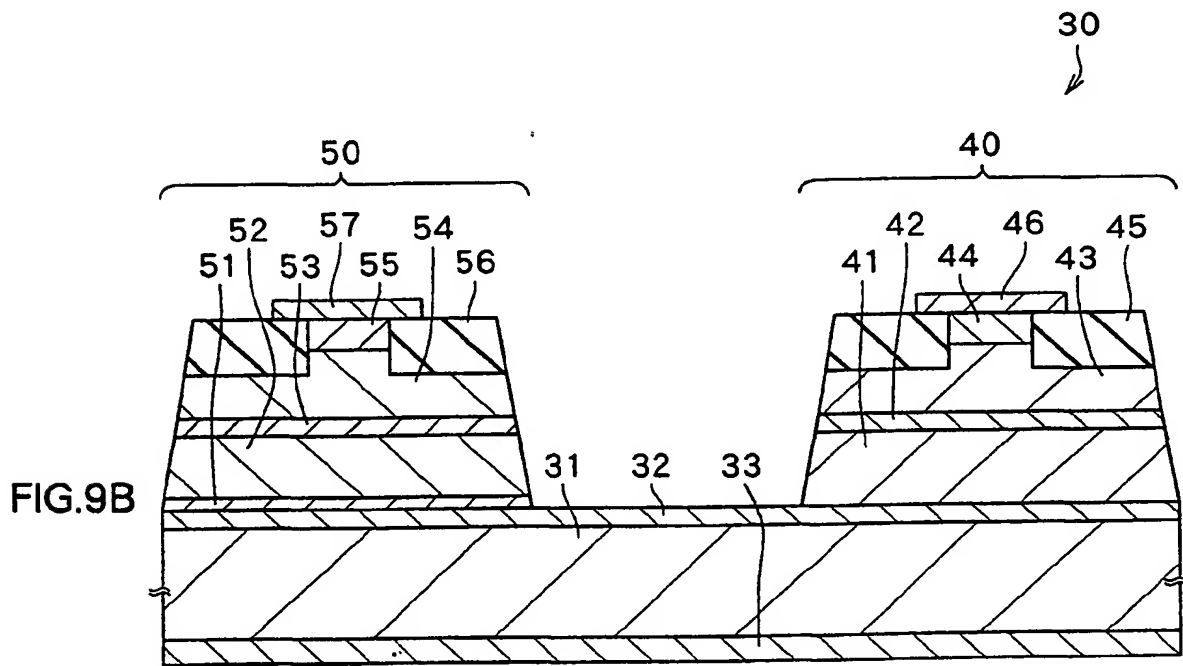
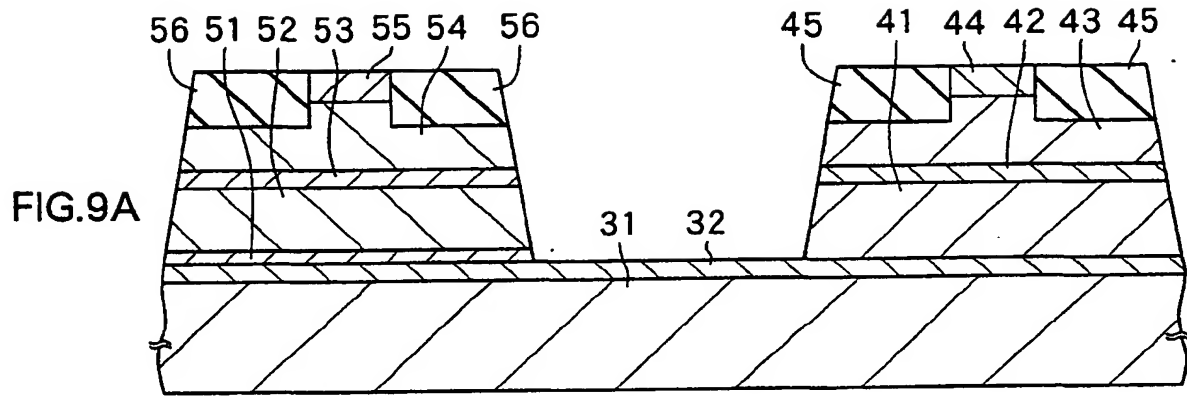


FIG.8B





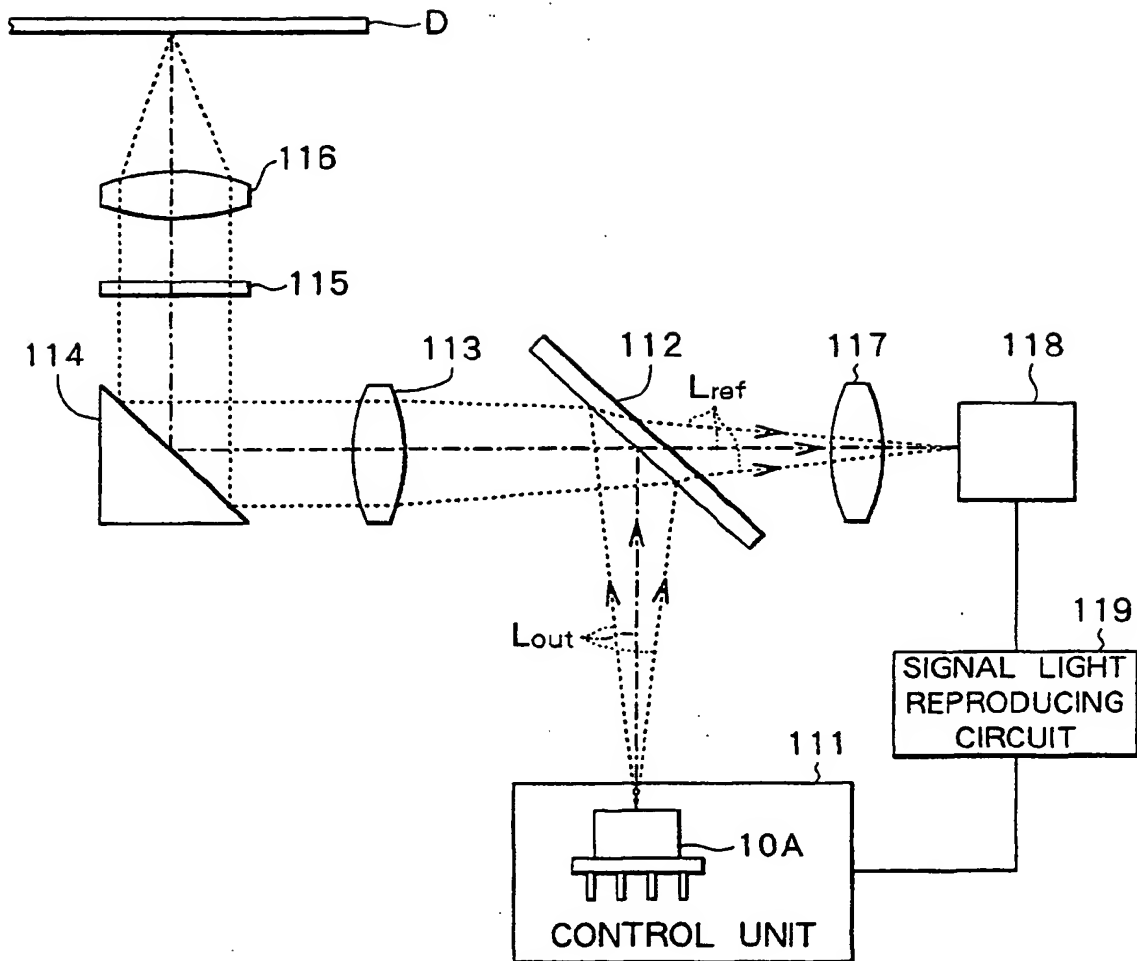


FIG.10

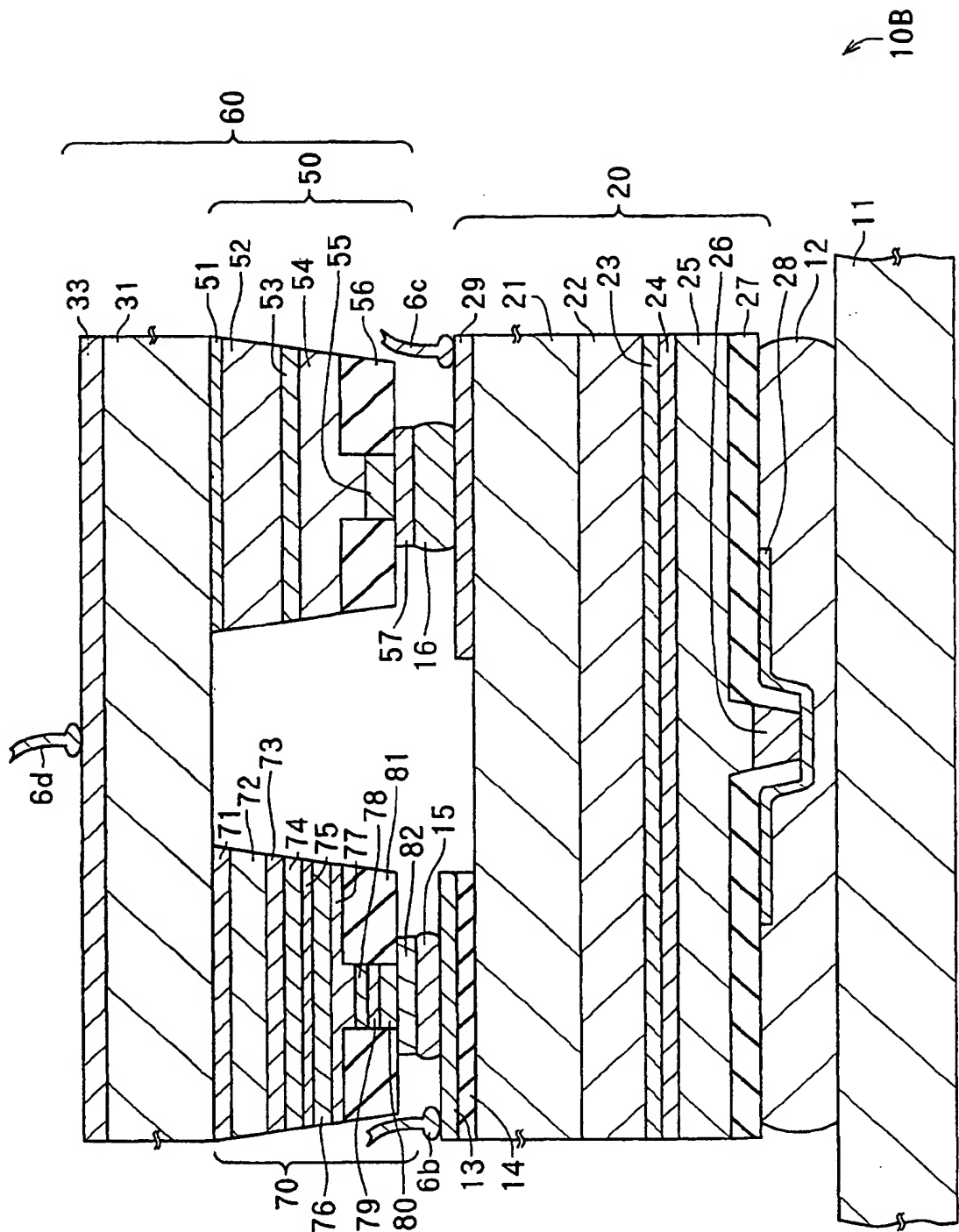
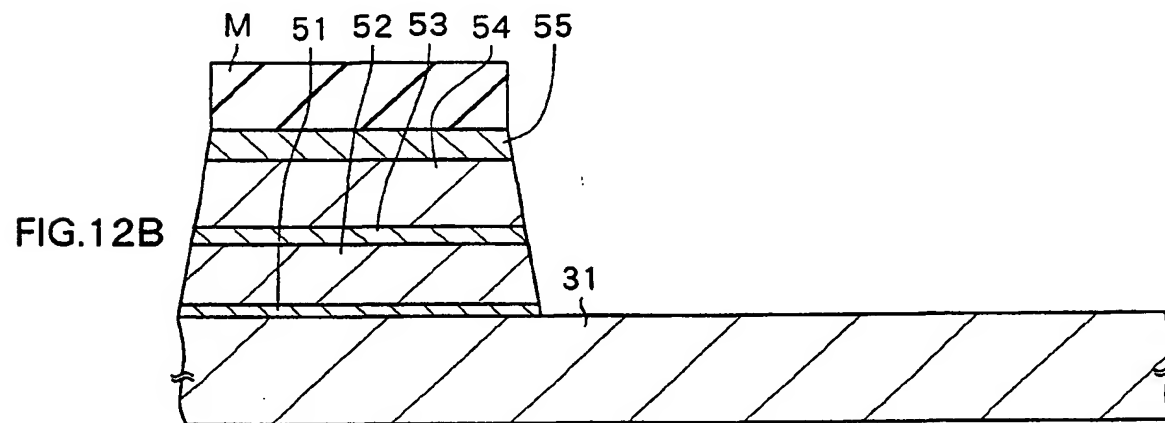
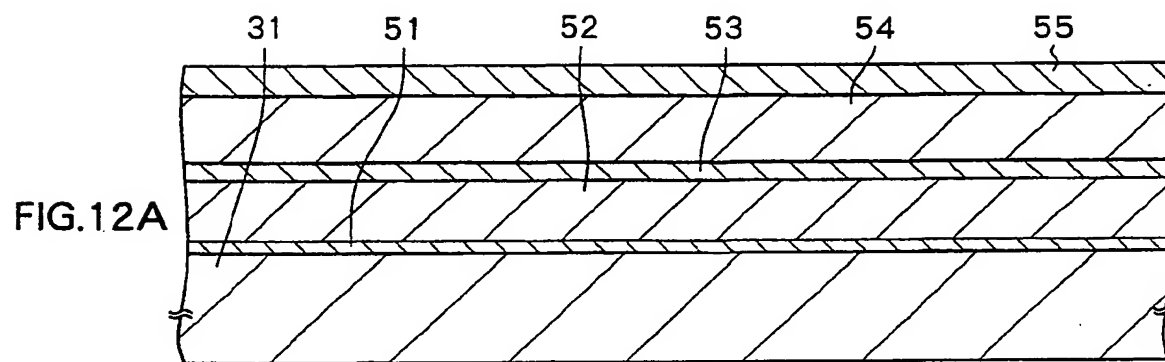
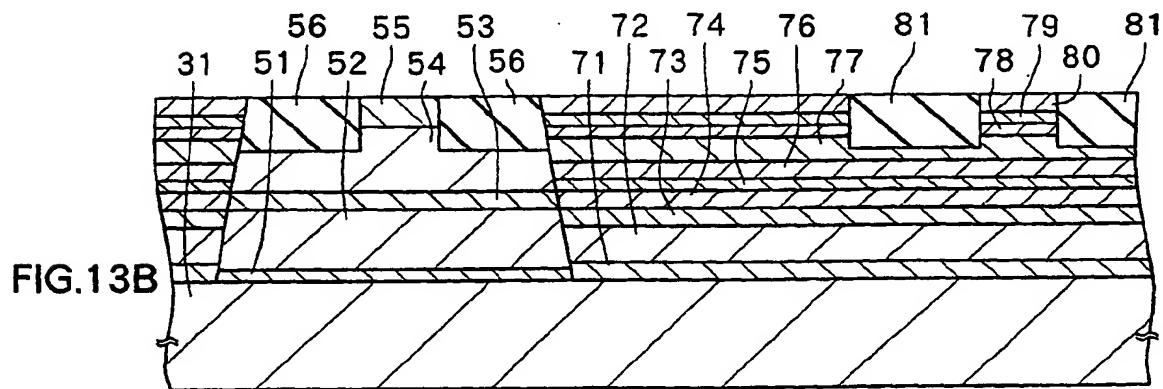
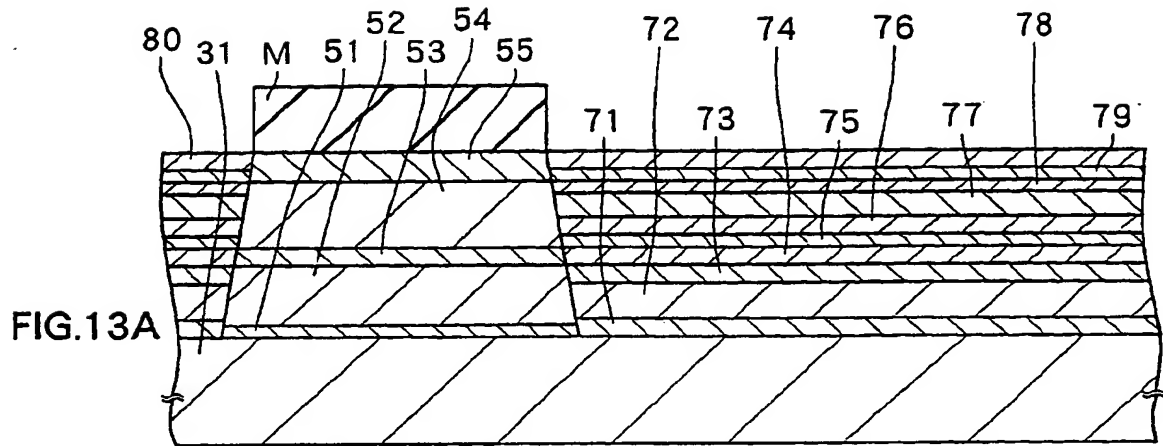


FIG.11







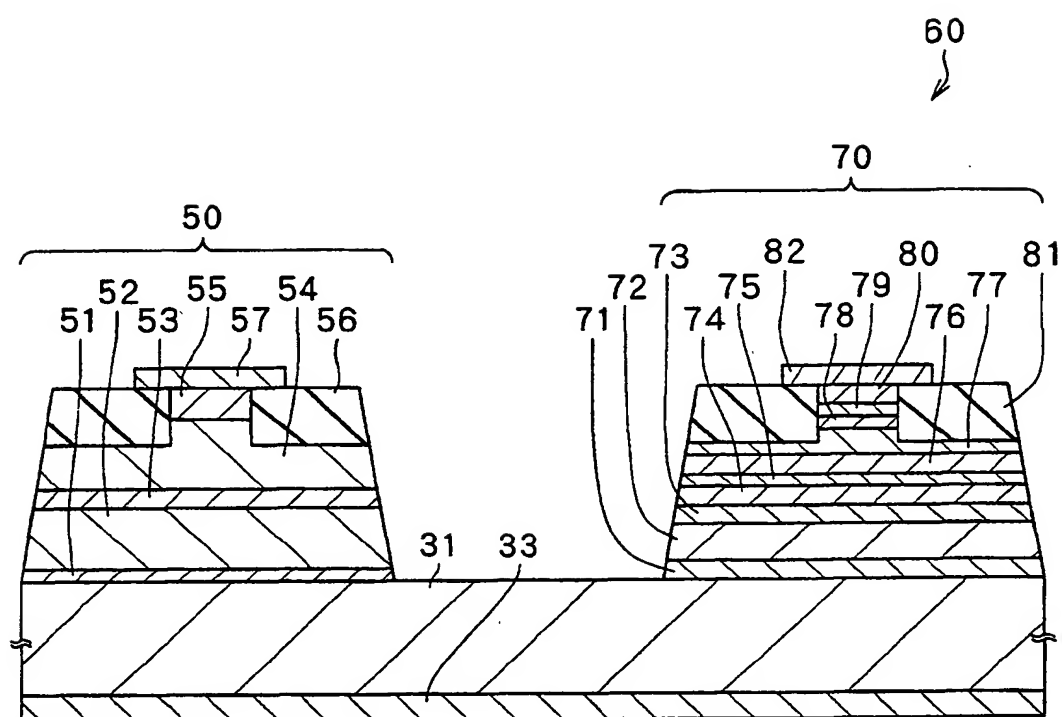


FIG.14

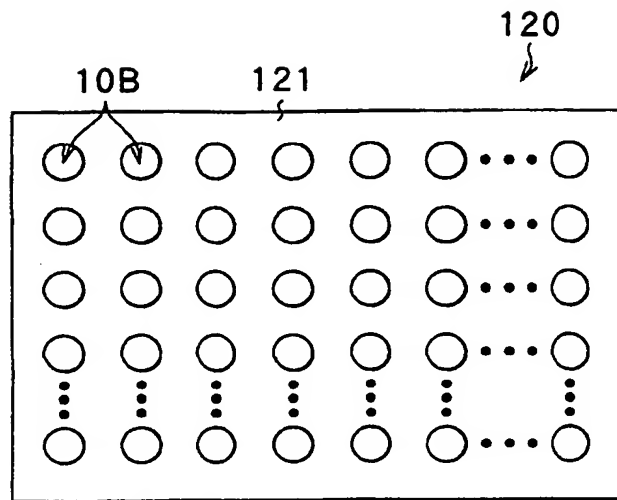


FIG. 15

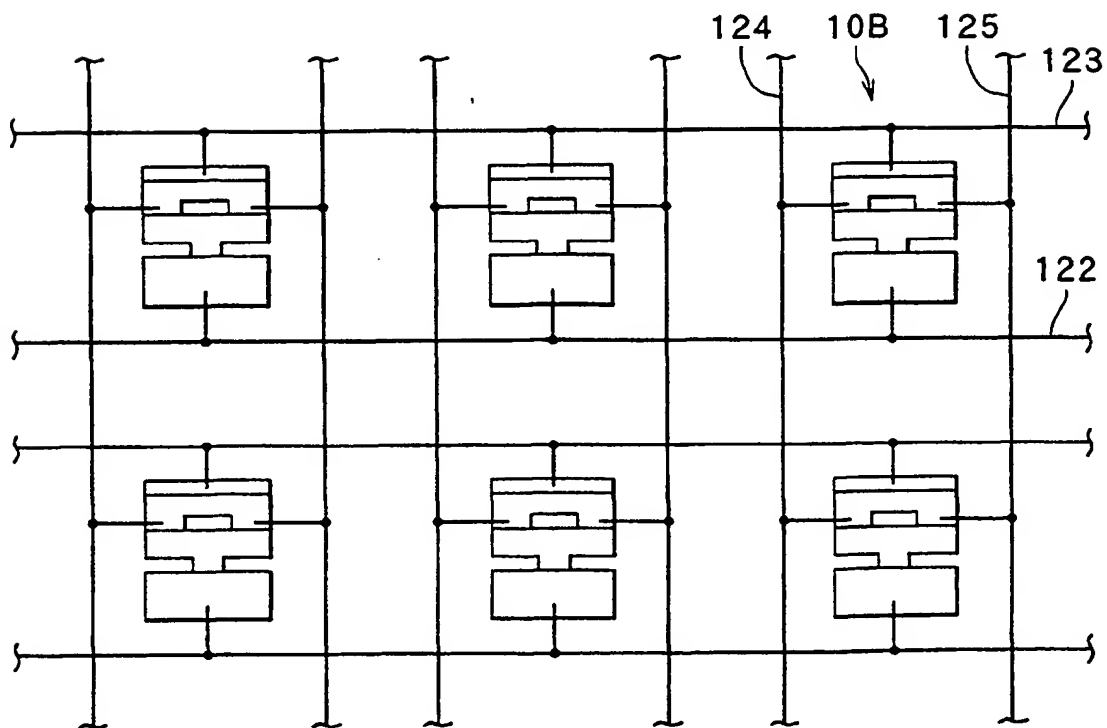


FIG. 16

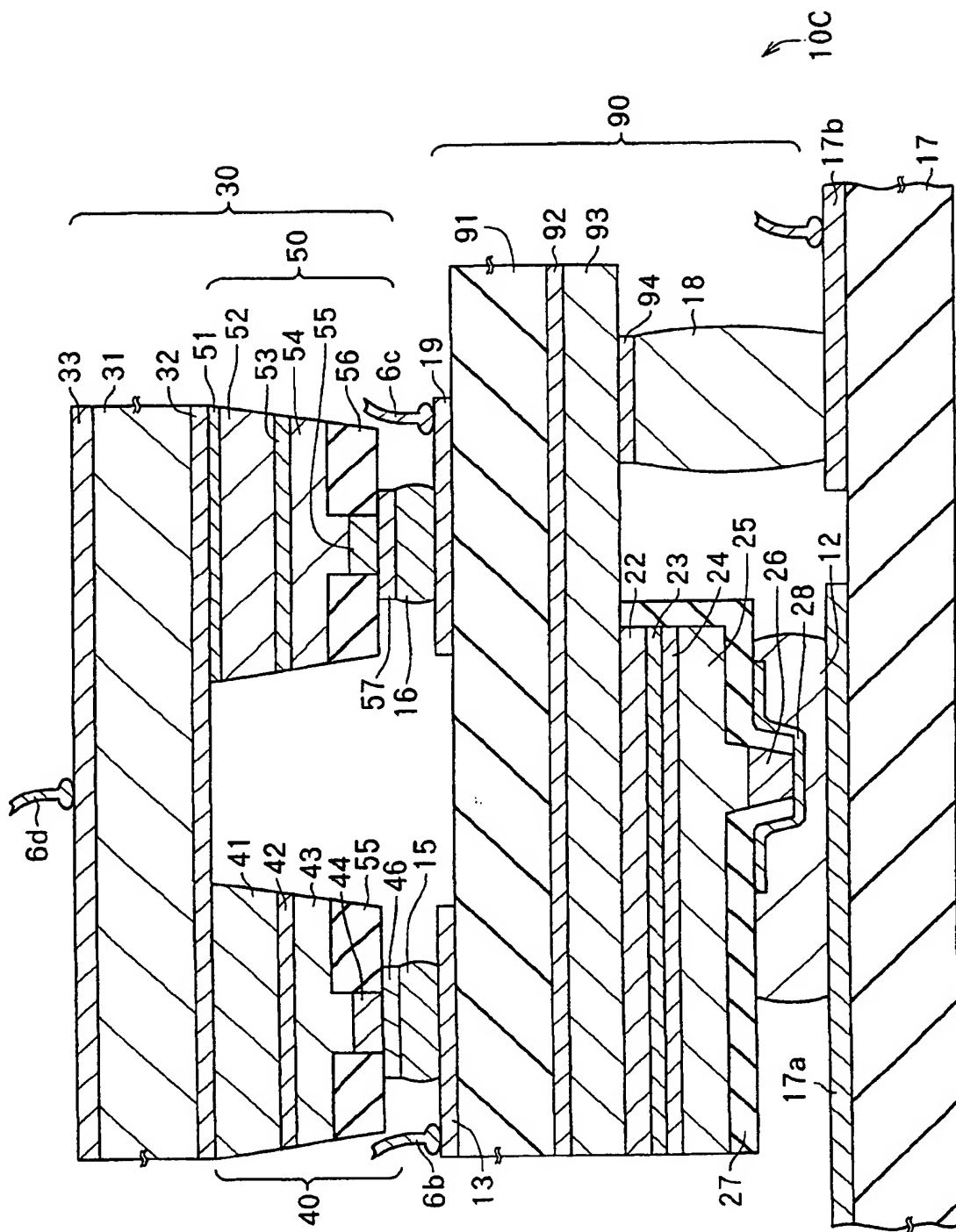
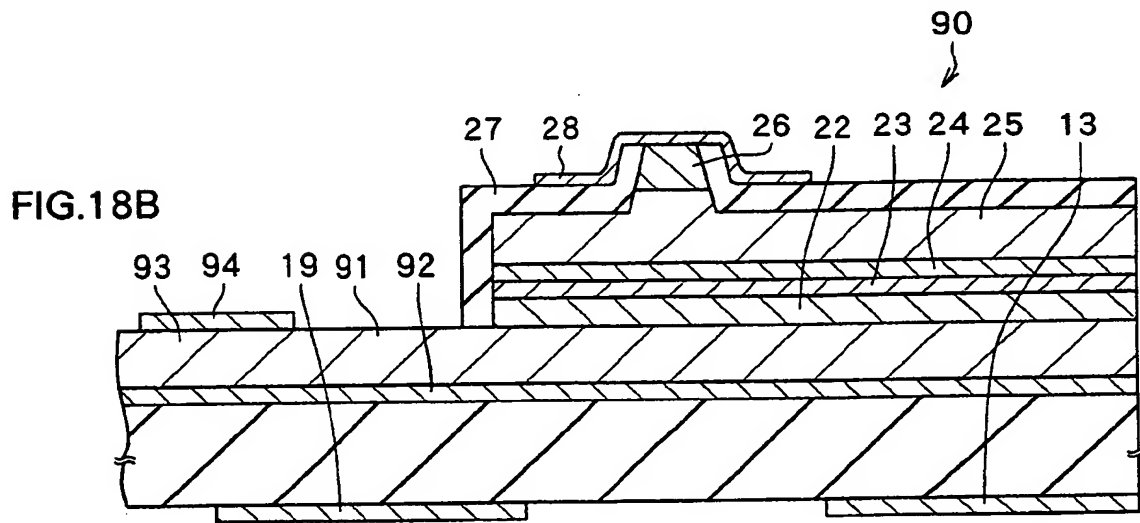
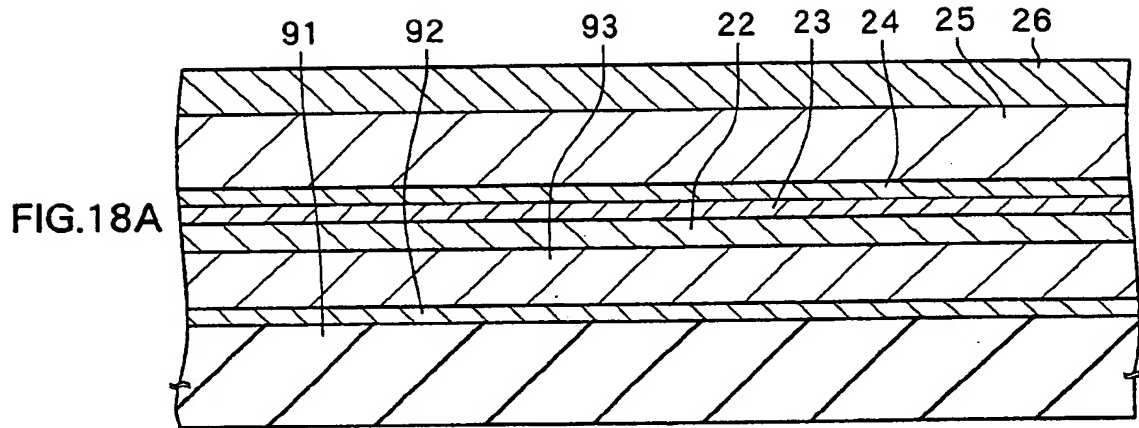


FIG.17



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-230502

(P2001-230502A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード<sup>\*</sup> (参考)

H 0 1 S 5/40

H 0 1 S 5/40

5 F 0 4 1

5/022

5/022

5 F 0 7 3

// H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-41361(P2000-41361)

(22) 出願日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 池田 昌夫

宮城県白石市白鳥三丁目53番地の2 ソニ

ー白石セミコンダクタ株式会社

(74) 代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

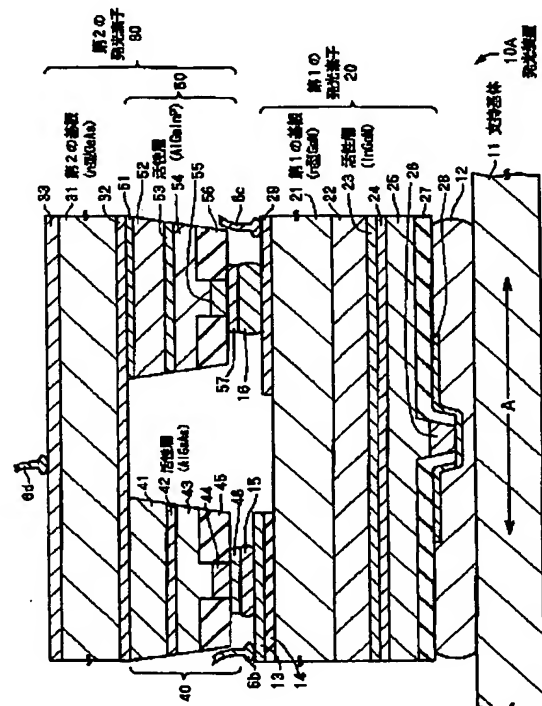
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置およびそれを用いた光装置

(57) 【要約】

【課題】 容易に製造することができると共に、光の射出位置を精度よく制御することができる発光装置およびそれを用いた光装置を提供する。

【解決手段】 支持基体11の一面側に、第1の発光素子20および第2の発光素子30が形成されている。第1の発光素子20は、Ga<sub>0.5</sub>Nよりなる第1の基板21の支持基体11側にGaInN混晶よりなる活性層23を有している。第2の発光素子30は、GaAsよりなる第2の基板31の支持基体11側にレーザ発振部40、50を備えている。第1の発光素子20と第2の発光素子30とを同一基板上に成長させる必要がないため、容易に400nm前後の発光波長を有する多波長レーザを得ることができる。また、可視領域において透明である材料により第1の基板21が構成されているので、リソグラフィ技術を用いて第1の発光素子20の発光領域および第2の発光素子30の発光領域の位置を精確に制御することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 支持基体の一面側に、複数の発光素子が積層されてなることを特徴とする発光装置。

【請求項2】 支持基体と、  
この支持基体の一面側に設けられ、第1の基板を有する第1の発光素子と、  
この第1の発光素子の前記支持基板と反対側に設けられ、第2の基板を有する第2の発光素子とを備えたことを特徴とする発光装置。

【請求項3】 前記第1の基板は、可視領域において透明であることを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項4】 前記第1の発光素子と前記第2の発光素子とは、互いに波長が異なる光を出射可能であることを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項5】 前記第1の発光素子は、3B族元素のうちの少なくとも1種と5B族元素のうちの少なくとも窒素(N)とを含む半導体層を有することを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項6】 前記第1の基板は、3B族元素のうちの少なくとも1種と5B族元素のうちの少なくとも窒素(N)とを含む窒化物系III-V族化合物半導体またはサファイア( $Al_2O_3$ )よりなることを特徴とする請求項5記載の発光装置。

【請求項7】 前記第1の発光素子は、前記第1の基板の前記支持基体側に発光部を有することを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項8】 前記第2の発光素子は、前記第2の基板の前記第1の発光素子側に発光部を有することを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項9】 前記第2の発光素子は、互いに発光波長が異なる複数の発光部を有することを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項10】 前記第2の基板は、ガリウムヒ素(GaAs)よりなることを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項11】 前記第2の発光素子は、3B族元素のうちの少なくともガリウム(Ga)と5B族元素のうちの少なくともヒ素(As)とを含む半導体層を有することを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項12】 前記第2の発光素子は、3B族元素のうちの少なくともインジウム(In)と5B族元素のうちの少なくともリン(P)とを含む半導体層を有することを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項13】 前記第2の発光素子は、亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)、水銀(Hg)、ベリリウム(Be)およびマグネシウム(Mg)よりなる2Aまたは2B族元素群のうちの少なくとも1種と、硫黄(S)、セレン(Se)およびテルル(Te)よりなる6B族元素群のうちの少なくとも1種とを含む半導体層を有することを特徴とする請求項2記載の発光装置。

【請求項14】 支持基体の一面側に、複数の発光素子が積層されてなる発光装置を備えたことを特徴とする光装置。

【請求項15】 支持基体と、この支持基体の一面側に設けられ、第1の基板を有する第1の発光素子と、この第1の発光素子の前記支持基板と反対側に設けられ、第2の基板を有する第2の発光素子とを備えた発光装置が搭載されたことを特徴とする光装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の発光素子を備えた発光装置およびそれを用いた光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、発光装置の分野においては、同一基板(または基体)上に発光波長が異なる複数の発光部が形成されてなる半導体レーザ(LD; laser diode)(以下、多波長レーザという。)が活発に開発されている。このような多波長レーザの一例としては、例えば図16に示したように、1チップ内に発光波長が異なる複数の発光部を作り込んだもの(いわゆる、モノリシック型の多波長レーザ)がある。この多波長レーザは、例えば、気相成長法を用いてAlGaAs系の半導体材料を成長させることにより形成されたレーザ発振部201と、AlGaInP系の半導体材料を成長させることにより形成されたレーザ発振部202とが、分離溝211を介してGaAs(ガリウムヒ素)よりなる基板212の一面側に並列配置されたものである。この場合、レーザ発振部201の発振波長は700nm帯(例えば、780nm)であり、レーザ発振部202の発振波長は600nm帯(例えば、650nm)である。

【0003】また、図16に示した構造のもの以外にも、図17に示したように、配設用の基体221の上に、発光波長が異なる複数の半導体レーザLD<sub>1</sub>、LD<sub>2</sub>が並列に実装されたもの(いわゆる、ハイブリッド型の多波長レーザ)も提案されている。しかし、上述したいわゆるモノリシック型のものの方が、発光点間隔を高精度に制御することができる点で有効である。

【0004】これらの多波長レーザは、例えば光ディスク装置のレーザ光源として用いられる。現在、一般に光ディスク装置では、700nm帯の半導体レーザ光がCD(Compact Disk)の再生に用いられると共に、CD-R(CD recordable)、CD-RW(CD Rewritable)あるいはMD(Mini Disk)などの記録可能な光ディスクの記録・再生に用いられている。また、600nm帯の半導体レーザ光がDVD(Digital Versatile Disk)の記録・再生に用いられている。従って、上述したような多波長レーザを光ディスク装置に搭載することにより、既存の複数種類の光ディスクのいずれに関しても、記録または再生が可能となる。しかも、各レーザ発振部201、202は、同一基板上(いわゆるハイブリッド



型の各半導体レーザLD<sub>1</sub>、LD<sub>2</sub>においては同一の配設用基体上に並列に配置されているので、レーザ光源用のパッケージが1つで済み、種々の光ディスクを記録・再生するための対物レンズやビームスプリッタなどの光学系の部品点数を減らして光学系の構成を簡素化し、光ディスク装置の小型化および低コスト化を実現することができる。

【0005】ところで、近年、更に短波長の光を発する半導体レーザを用いて更に光ディスクの高密度化を図ることが要請されている。このような要請に応える半導体レーザの構成材料としては、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>、AlGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>混晶およびGaIn<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>混晶に代表される窒化物系III-V族化合物半導体（以下、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系の半導体ともいう。）が知られている。このGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系の半導体を用いた半導体レーザは、既存の光学系を使用して記録・再生が可能な光ディスクの限界波長とされている400nm前後の発振波長が得られることから、次世代の光ディスク用の記録・再生装置の光源として大いに注目されている。また、RGB三原色を用いたフルカラーのディスプレイの光源としても期待されている。そこで、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系のレーザ発振部を備えた多波長レーザの開発が望まれている。

【0006】従来、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系のレーザ発振部を有する多波長レーザとしては、例えば図18に示したように、AlGaAs系のレーザ発振部201、AlGaInP系のレーザ発振部202およびGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系のレーザ発振部203を、分離溝211a、211bを介してSiC（炭化ケイ素）基板231の一面側の並列に作り込んだ多波長レーザが提案されている（特開平11-186651号公報参照）。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、いわゆるモノリシック型の多波長レーザを作製する場合には、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系の材料とAlGaAs系あるいはAlGaInP系の材料とでは格子定数が大きく異なるため等の理由により、同一基板上に1チップで集積することが困難であるという問題があった。

【0008】また、いわゆるハイブリッド型の多波長レーザでは、既に述べたように、発光点間隔の制御性に劣るという問題があるため、3つ以上の半導体レーザを配設用の基体上に並列配置すると、より発光点間隔の制御性に劣ってしまうという不具合が生じてしまう。

【0009】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その目的は、容易に製造することができると共に、光の出射位置を精度よく制御することができる発光装置およびそれを用いた光装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による発光装置は、支持基体の一面側に、複数の発光素子が積層されるものである。

【0011】本発明による他の発光装置は、支持基体

と、この支持基体の一面側に設けられ、第1の基板を有する第1の発光素子と、この第1の発光素子の支持基板と反対側に設けられ、第2の基板を有する第2の発光素子とを備えたものである。

【0012】本発明による光装置は、支持基体の一面側に、複数の発光素子が積層されてなる発光装置を備えたものである。

【0013】本発明による他の光装置は、支持基体と、この支持基体の一面側に設けられ、第1の基板を有する第1の発光素子と、この第1の発光素子の支持基板と反対側に設けられ、第2の基板を有する第2の発光素子とを備えた発光装置が搭載されたものである。

【0014】本発明による発光装置および本発明による他の発光装置では、支持基体の一面側に複数の発光素子が積層されているので、容易に製造され、かつ発光領域が精度よく配置されている。

【0015】本発明による光装置および本発明による他の光装置では、発光領域が精度よく配置されている本発明の発光装置を備えているので、小型化が実現されている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0017】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の第1の実施の形態に係る発光装置10Aの断面構造を表すものである。この発光装置10Aは、支持基体11と、支持基体11の一面側に配設された第1の発光素子20と、第1の発光素子20の支持基板11と反対側に配設された第2の発光素子30とを備えている。

【0018】支持基体11は、例えば銅（Cu）などの金属により構成されており、第1の発光素子20および第2の発光素子30において発生した熱を放散するヒートシンクの役割を有している。この支持基体11は、また、図示しない外部電源に対して電気的に接続されており、第1の発光素子20を外部電源に対して電気的に接続する役割も有している。

【0019】第1の発光素子20は、例えば、400nm前後の波長の光を出射可能な半導体レーザである。この第1の発光素子20は、例えば窒化物系III-V族化合物半導体よりなる第1の基板21の支持基板11側に、例えば窒化物系III-V族化合物半導体よりなるn型クラッド層22、活性層23、劣化防止層24、p型クラッド層25およびp側コンタクト層26が第1の基板21の側からこの順に積層された構成を有している。ここにおいて、窒化物系III-V族化合物半導体とは、短周期型周期率表における3B族元素群のうちの少なくとも1種と、短周期型周期率表における5B族元素のうちの少なくとも窒素（N）とを含むもののことを指す。

【0020】具体的には、第1の基板21は、例えば、

n型不純物としてケイ素 (Si) が添加されたn型Ga Nにより構成されており、その積層方向における厚さ (以下、単に厚さという。) は例えば80~100 μmである。なお、Ga Nは、可視領域 (380~800 nm程度) において透明の材料である。また、Ga Nは、約1.3 W/(cm・K) と高い熱伝導率を有する熱伝導性に優れた材料であり、第1の基板21はこの特性を利用することにより、第2の発光素子30において発生した熱を放散するヒートシンクとして機能するようになっている。

【0021】n型クラッド層22は、例えば、厚さが1 μmであり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型AlGa N (例えば、Al<sub>0.08</sub>Ga<sub>0.92</sub>N) 混晶により構成されている。活性層23は、例えば、厚さが30 nmであり、組成の異なるGa<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>N (但し、x≧0) 混晶によりそれぞれ形成された井戸層とバリア層との多重量子井戸構造を有している。なお、この活性層23は発光部として機能するものである。

【0022】劣化防止層24は、例えば、厚さが20 nmであり、p型不純物としてマグネシウム (Mg) が添加されたp型AlGa N (例えば、Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>N) 混晶により構成されている。p型クラッド層25は、例えば、厚さが0.7 μmであり、p型不純物としてマグネシウムが添加されたp型AlGa N (例えば、Al<sub>0.08</sub>Ga<sub>0.92</sub>N) 混晶により構成されている。p側コンタクト層26は、例えば、厚さが0.1 μmであり、p型不純物としてマグネシウムが添加されたp型Ga Nにより構成されている。

【0023】p型クラッド層25の一部およびp側コンタクト層26は、共振器方向 (図1においては紙面に対して垂直な方向) に延長された細い帯状に形成されており、いわゆるレーザストライプを構成することにより電流狭窄を行うようになっている。このp側コンタクト層26は、例えば共振器方向に対して垂直な方向 (図1に示した矢印Aの方向) の中央部に設けられており、p側コンタクト層26の側面およびp型クラッド層25の劣化防止層24と反対側の面は二酸化ケイ素 (SiO<sub>2</sub>) などよりなる絶縁層27により覆われている。ちなみに、このp側コンタクト層26に対応する活性層23の領域が発光領域となっている。

【0024】p側コンタクト層26のp型クラッド層25と反対側には、p側電極28が形成されている。このp側電極28は、例えば、p側コンタクト層26の側からパラジウム (Pd)、白金 (Pt) および金 (Au) を順次積層したものであり、p側コンタクト層26と電氣的に接続されている。このp側電極28は、また、接着層12を介して支持基体11と電氣的に接続されている。接着層12は、例えば、金 (Au) とスズ (Sn) との合金あるいはスズにより構成されている。

【0025】また、第1の基板21の支持基体11と反

対側には、n側電極29が後述するレーザ発振部50に対応して設けられている。n側電極29は、例えば、第1の基板21の側から、チタン (Ti) およびアルミニウムを順次積層して熱処理により合金化したものであり、第1の基板21と電氣的に接続されている。このn側電極29は、また、レーザ発振部50を外部電源に対して接続する配線としての機能も兼ね備えている。第1の基板21の支持基体11と反対側には、また、第2の発光素子30の後述するレーザ発振部40に対して電氣的に接続するための配線13が絶縁膜14を介して形成されている。配線13は、例えば金属により構成されている。

【0026】更に、第1の発光素子20は共振器方向の端部に位置する一対の側面が共振器端面となっており、この一対の共振器端面には図示しない一対の反射鏡膜がそれぞれ形成されている。これら一対の反射鏡膜のうち、一方は活性層23において発生した光を高い反射率で反射するように設定され、他の一方はこれよりも低い反射率で反射するように設定されており、他の一方の側から光が出射するようになっている。

【0027】第2の発光素子30は、例えば、第2の基板31と、第2の基板31の支持基体11側にバッファ層32を介して形成された700 nm帯 (例えば780 nm) の光を出射可能なレーザ発振部40と、第2の基板31の支持基体11側にバッファ層32を介して形成された600 nm帯 (例えば650 nm) の光を出射可能なレーザ発振部50とを有している。第2の基板31は、例えば、厚さが100 μm程度であり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型GaAsにより構成されている。バッファ層32は、例えば、厚さが0.5 μmであり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型GaAsにより構成されている。レーザ発振部40およびレーザ発振部50は、例えば200 μm程度以下の間を隔て、共振器方向を第1の発光素子20と揃えてそれらの間に第1の発光素子20のp側コンタクト層26が対応して位置するように配置されている。具体的には、レーザ発振部40の後述する発光領域とレーザ発振部50の後述する発光領域との間隔は約120 μmとなっており、ちょうどその真ん中に第1の発光素子20の発光領域が対応して位置している。

【0028】レーザ発振部40は、例えば、短周期型周期表における3B族元素のうちの少なくともガリウム (Ga) と短周期型周期表における5B族元素のうちの少なくともヒ素 (As) とを含むIII-V族化合物半導体よりそれぞれなるn型クラッド層41、活性層42、p型クラッド層43およびp型キャップ層44が第2の基板31の側からこの順に積層された構成を有している。

【0029】具体的には、n型クラッド層41は、例えば、厚さが1.5 μmであり、n型不純物としてケイ素

が添加されたn型AlGaAs混晶により構成されている。活性層42は、例えば、厚さが40nmであり、組成の異なる $Al_xGa_{1-x}As$  (但し、 $x \geq 0$ ) 混晶によりそれぞれ形成された井戸層とバリア層との多重量子井戸構造を有している。なお、この活性層42は、発光部として機能するものであり、その発光波長は例えば700nm帯である。p型クラッド層43は、例えば、厚さが1.5 $\mu m$ であり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型AlGaAs混晶により構成されている。p型キャップ層44は、例えば、厚さが0.5 $\mu m$ であり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型GaAsにより構成されている。

【0030】なお、p型クラッド層43の一部およびp型キャップ層44は、共振器方向に延長された細い帯状となっており、電流狭窄をするようになっている。この帯状部分の両側には、電流ブロック領域45がそれぞれ設けられている。ちなみに、このp側キャップ層44に対応する活性層42の領域が発光領域となっている。

【0031】p型キャップ層44のp型クラッド層43と反対側には、p側電極46が形成されている。このp側電極46は、例えば、p型キャップ層44の側からチタン、白金および金を順次積層して熱処理により合金化したものであり、p型キャップ層44と電氣的に接続されている。このp側電極46は、また、接着層15を介して配線13と電氣的に接続されている。接着層15は、例えば接着層12と同様の材料により構成されている。

【0032】レーザ発振部50は、例えば、バッファ層51を介して、n型クラッド層52、活性層53、p型クラッド層54およびp型キャップ層55が第2の基板31の側からこの順に積層された構成を有している。これらの各層は、例えば、短周期型周期表における3B族元素のうちの少なくともインジウム(In)と短周期型周期表における5B族元素のうちの少なくともリン(P)とを含むIII-V族化合物半導体によりそれぞれ構成されている。

【0033】具体的には、バッファ層51は、例えば、厚さが0.5 $\mu m$ であり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型InGaP混晶により構成されている。n型クラッド層52は、例えば、厚さが1.5 $\mu m$ であり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型AlGaInP混晶により構成されている。活性層53は、例えば、厚さが35nmであり、組成の異なる $Al_xGa_yIn_{1-x-y}P$  (但し、 $x \geq 0$ かつ $y \geq 0$ ) 混晶によりそれぞれ形成された井戸層とバリア層との多重量子井戸構造を有している。なお、この活性層53は、発光部として機能するものである。p型クラッド層54は、例えば、厚さが1.0 $\mu m$ であり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型AlGaInP混晶により構成されている。p型キャップ層55は、例えば、厚さが

0.5 $\mu m$ であり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型GaAsにより構成されている。

【0034】なお、p型クラッド層54の一部およびp型キャップ層55は、細い帯状に形成となっており、共振器方向に延長された電流狭窄をするようになっている。この帯状部分の両側には電流ブロック領域56がそれぞれ設けられている。ちなみに、このp側キャップ層55に対応する活性層53の領域が発光領域となっている。

【0035】p型キャップ層55のp型クラッド層54と反対側には、p型キャップ層55と電氣的に接続され、例えばp側電極46と同様の構成を有するp側電極57が設けられている。このp側電極57は、また、接着層15と同様の材料により構成された接着層16を介して第1の発光素子20のn側電極29と電氣的に接続されている。

【0036】また、第2の基板31の支持基体11と反対側には、レーザ発振部40、50のn側電極33が形成されている。このn側電極33は、例えば、第2の基板31の側から金とゲルマニウム(Ge)との合金、ニッケルおよび金を順次積層して熱処理により合金化したものである。

【0037】更に、第2の発光素子30は、共振器方向の端部に位置する一対の側面がそれぞれ共振器端面となっており、各レーザ発振部40、50それぞれにおいてこの一対の共振器端面に図示しない一対の反射鏡膜がそれぞれ形成されている。これら一対の反射鏡膜では、反射率の高低が第1の発光素子20に設けられた図示しない一対の反射鏡膜と対応するようにそれぞれ設定されており、第1の発光素子20および第2の発光素子30のレーザ発振部40、50は、それぞれ同一の側から光が射出するようになっている。

【0038】このような構成を有する発光装置10Aは、例えば図2に示したように、パッケージ1の内部に収納されて用いられる。このパッケージ1は、例えば、円板状の支持体2と、この支持体2の一面側に設けられた蓋体3とを備えている。蓋体3の内部には、支持体2により支持基体11が支持されて発光装置10Aが収納されており、発光装置10Aから射出された光は、蓋体3の取り出し窓3aから取り出されるようになっている。

【0039】また、このパッケージ1には、導電性を有する複数のピン4a~4dが設けられており、ピン4aは支持基体11に対して電氣的に接続されている。他のピン4b~4dは、例えば絶縁リング5b~5dを介して支持体2を貫通し、蓋体3の内部から外部に向かって設けられている。ピン4bにはワイヤ6bを介して配線13が電氣的に接続され、ピン4cにはワイヤ6cを介してn側電極29が電氣的に接続され、ピン4dにはワイヤ6dを介してn側電極33が電氣的に接続されてい

る。なお、ここでは、4本のピン4a~4dを備えたパッケージ1を例に挙げて説明したが、ピンの数は適宜に設定することができる。例えば、配線13と支持基板11とをワイヤで接続するようにすれば、ピン4bが不要となり、ピンを3本にすることができる。

【0040】このような発光装置10Aは次のようにして製造することができる。図3~図5は、発光装置10Aの製造方法の各製造工程をそれぞれ表すものである。

【0041】まず、図3(A)に示したように、例えば、厚さ400 $\mu$ m程度のn型Ga<sub>0.9</sub>Nよりなる第1の基板21を用意し、この第1の基板21の表面に、MOCVD法により、n型AlGa<sub>0.1</sub>N混晶よりなるn型クラッド層22、InGa<sub>0.9</sub>N混晶よりなる活性層23、p型AlGa<sub>0.1</sub>N混晶よりなる劣化防止層24、p型AlGa<sub>0.1</sub>N混晶よりなるp型クラッド層25およびp型Ga<sub>0.9</sub>Nよりなるp側コンタクト層26を順次成長させる。なお、これらの各層を成長させる際には、第1の基板21の温度を例えば750℃~1100℃にそれぞれ調節する。

【0042】次いで、図3(B)に示したように、p側コンタクト層26の上に図示しないマスクを形成し、p側コンタクト層26およびp型クラッド層25の上層部を選択的にエッチングしてこれらを細い帯状とし、p型クラッド層25を表面に露出させる。続いて、p側コンタクト層26上の図示しないマスクを利用して、p型クラッド層25の表面およびp側コンタクト層26の側面を覆うように絶縁層27を形成する。

【0043】絶縁層27を形成したのち、p側コンタクト層26の表面およびその近傍に、例えば、パラジウム、白金および金を順次蒸着し、p側電極28を形成する。更に、後述する工程において第1の基板21の劈開を容易に行うために、第1の基板21の裏面側を例えばラッピングおよびポリッシングして第1の基板21の厚さを例えば100 $\mu$ m程度とする。

【0044】続いて、第1の基板21の裏面側に、レーザ発振部40の配設位置に対応して絶縁膜14を形成し、その上に配線13を形成する。また、レーザ発振部50の配設位置に対応して、例えばチタンおよびアルミニウムを順次蒸着し、n側電極29を形成する。具体的には、配線13およびn側電極29を、p側コンタクト層26を中心として60 $\mu$ m程度それぞれ離間した位置に形成する。その際、本実施の形態では、第1の基板21を可視領域において透明なGa<sub>0.9</sub>Nにより構成すると共に、第1の基板21上に同じく可視領域において透明な窒化物系III-V族化合物半導体よりなる各層を積層しているので、第1の基板21側からp側電極28の位置を観察することができ、リソグラフィにおける位置合わせを高精度に行うことができるようになっていく。すなわち、配線13およびn側電極29の形成位置を精確に制御できるようになっている。なお、ここでは、第1の基板21を構成するGa<sub>0.9</sub>Nの硬度が高いので、第1の

基板21の厚さが100 $\mu$ m程度であっても、リソグラフィ工程において第1の基板21が割れてしまう等のおそれがない。

【0045】配線13およびn側電極29を形成したのち、加熱処理を行い、n側電極29を合金化する。そののち、ここでは図示しないが、第1の基板21を例えばp側電極28の長さ方向に対して垂直に所定の幅で劈開し、その劈開面に一对の反射鏡膜を形成する。これにより、第1の発光素子20が作製される。

【0046】また一方、図4(A)に示したように、例えば、厚さ350 $\mu$ m程度のn型GaAsよりなる第2の基板31を用意し、この第2の基板31の表面にMOCVD法により、n型GaAsよりなるバッファ層32、n型AlGaAs混晶よりなるn型クラッド層41、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As(但し、 $x \geq 0$ )混晶よりなる活性層42、p型AlGaAs混晶よりなるp型クラッド層43およびp型GaAsよりなるp型キャップ層44を順次成長させる。なお、これらの各層を成長させる際には、第2の基板31の温度を例えば750℃~800℃にそれぞれ調節する。

【0047】次いで、図4(B)に示したように、p型キャップ層44の上にレーザ発振部40の形成予定領域に対応してレジスト膜R<sub>1</sub>を形成する。そののち、このレジスト膜R<sub>1</sub>をマスクとして、例えば、硫酸系のエッチング液を用いてp型キャップ層44を選択的に除去し、フッ酸系のエッチング液を用いてp型キャップ層44、p型クラッド層43、活性層42およびn型クラッド層41のレジスト膜R<sub>1</sub>に覆われていない部分をそれぞれ選択的に除去する。そののち、レジスト膜R<sub>1</sub>を除去する。

【0048】続いて、図5(A)に示したように、例えばMOCVD法により、n型InGaP混晶よりなるバッファ層51、n型AlGaInP混晶よりなるn型クラッド層52、Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>In<sub>1-x-y</sub>P(但し、 $x \geq 0$ かつ $y \geq 0$ )混晶よりなる活性層53、p型AlGaInP混晶よりなるp型クラッド層54およびp型GaAsよりなるp型キャップ層55を順次成長させる。なお、これらの各層を成長させる際には、第2の基板31の温度を例えば680℃程度にそれぞれ調節する。

【0049】そののち、図5(B)に示したように、p型キャップ層55の上にレーザ発振部50の形成予定領域に対応してレジスト膜R<sub>2</sub>を形成する。続いて、このレジスト膜R<sub>2</sub>をマスクとして、例えば、硫酸系のエッチング液を用いてp型キャップ層55を選択的に除去し、リン酸系および塩酸系のエッチング液を用いてp型クラッド層54、活性層53およびn型クラッド層52をそれぞれ選択的に除去し、塩酸系のエッチング液を用いてバッファ層51を選択的に除去する。そののち、レジスト膜R<sub>2</sub>を除去する。

【0050】レジスト膜R<sub>2</sub>を除去したのち、図6

(A) に示したように、例えば、p型キャップ層44、55の上に図示しない細い帯状のマスクを形成し、p型キャップ層44、55およびp型クラッド層43、54の上層部にイオン注入法によりケイ素などのn型不純物を導入する。これにより、不純物が導入された領域は絶縁化され、電流ブロック領域45、56となる。なお、ここでは、リソグラフィ技術を用いてp型キャップ層44、55の位置を規定するようにしているので、それらの位置を精確に制御できるようになっている。

【0051】電流ブロック領域45、56を形成したのち、図6(B)に示したように、p型キャップ層44、55の表面およびその近傍に、例えば、ニッケル、白金および金を順次蒸着し、p側電極46、57をそれぞれ形成する。更に、第2の基板31の裏面側を例えばラッピングおよびポリッシングすることにより、第2の基板31の厚さを例えば100 $\mu$ m程度とする。続いて、この第2の基板31の裏面側に、例えば、金とゲルマニウムとの合金、ニッケルおよび金を順次蒸着し、各レーザ発振部40、50に共通のn側電極33を形成する。そののち、加熱処理を行い、p側電極46、57およびn側電極33をそれぞれ合金化する。更に、ここでは図示しないが、第2の基板31を例えばp側電極46、57の長さ方向に対して垂直に所定の幅で劈開し、その劈開面に一对の反射鏡膜を形成する。これにより、第2の発光素子30が作製される。

【0052】このようにして第1の発光素子20および第2の発光素子30をそれぞれ作製したのち、支持基体11を用意し、例えば接着層12により第1の発光素子20の絶縁層27およびp側電極28と支持基体11とを接着する。また、例えば接着層15により第2の発光素子30のp側電極46と配線13とを接着すると共に、例えば接着層16により第2の発光素子30のp側電極57と第1の発光素子20のp側電極29とを接着する。これにより、図1に示した発光装置10Aが完成する。

【0053】なお、ここでは、高精度のリソグラフィ技術を用いて位置精度よく形成された配線13およびn側電極29と、同じく高精度のリソグラフィ技術を用いて位置精度よく形成されたp型キャップ層44、55とを対応させて、第1の発光素子20に第2の発光素子30を配設するので、それらの発光領域の位置も精確に制御される。

【0054】ちなみに、支持基体11と第1の発光素子20、および第1の発光素子20と第2の発光素子30とを同時に接着する場合には、接着層12、14a、14bを同一の材料により形成することが好ましい。また、個別に接着する場合には、先に接着する接着層を、後に接着する接着層の形成材料よりも融点の高い材料により形成することが好ましい。具体的には、例えば、先に接着する接着層を金とスズとの合金により形成し、後

に接着する接着層をスズにより形成する。これにより、必要以上に加熱しなくても両方において良好に接着させることができるからである。

【0055】この発光装置10Aは、図2に示したようなパッケージ1に収納され、次のように動作する。

【0056】この発光装置10Aでは、パッケージ1のピン4cおよびピン4aを介して第1の発光素子20のn側電極29とp側電極28との間に電圧が印加されると、活性層23に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起こり、第1の発光素子20から400nm前後の波長の光が出射される。また、ピン4dおよびピン4bを介して第2の発光素子30のn側電極33とp側電極46との間に所定の電圧が印加されると、活性層42に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起こり、レーザ発振部40から700nm帯の波長の光が出射される。更に、ピン4dおよびピン4cを介して第2の発光素子30のn側電極33とp側電極57との間に所定の電圧が印加されると、活性層53に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起こり、レーザ発振部50から600nm帯の波長の光が出射される。これらの光は、パッケージ1の取り出し窓3aを介してパッケージ1の外部に取り出される。

【0057】なお、発光の際には熱も発生するが、ここでは第1の基板21が比較的热伝導率の高い材料により構成されているので、レーザ発振部40またはレーザ発振部50において発生した熱は、第1の基板21および支持基体11を介して速やかに放散される。また、第1の発光素子20において発生した熱は、支持基体11を介して速やかに放散される。

【0058】このように本実施の形態に係る発光装置10Aによれば、第1の発光素子20と第2の発光素子30とを積層するようにしたので、窒化物系III-V族化合物半導体層とAlGaAs系およびAlGaInP系のIII-V族化合物半導体層とを同一基板上に成長させる必要がなく、容易に400nm前後の発光波長を有する多波長レーザを得ることができる。よって、この発光装置10Aを用いれば、例えば複数種類の光源により光ディスクの種類を問わず記録・再生が可能な光ディスク装置を容易に実現することができる。

【0059】特に、第1の発光素子20が窒化物系III-V族化合物半導体層を有するように構成し、400nm前後の波長の光を出射可能としたので、この発光装置10Aを光ディスク装置などの光装置に搭載すれば、より高密度に情報が記録された光ディスクの記録・再生をすることができる。

【0060】また、第1の基板21を可視領域において透明である材料により構成するようにしたので、リソグラフィ技術を用いて位置精度よくn側電極29および配線13を形成することができ、リソグラフィ技術を用いて位置精度よく形成された第2の発光素子30のp側電



極46, 57を接着させることにより、第1の発光素子20の発光領域および第2の発光素子30の発光領域の位置を精確に制御することができる。更に、これらの間隔を所望の微少の値とすることにより、各発光素子において発せられた光を微少の径の領域内からそれぞれ出射させることができる。

【0061】加えて、第1の基板21を熱伝導率の高い材料により構成するようにしたので、レーザ発振部40, 50において発光の際に発生した熱を第1の基板21を介して速やかに支持基体11に放散することができる。よって、第1の発光素子20の上に第2の発光素子30を配設しても、第2の発光素子30の温度上昇を防止でき、長時間に渡って安定に動作させることができる。

【0062】なお、この発光装置10Aは、例えば光装置としての光ディスク記録再生装置に用いられる。図7は、その光ディスク記録再生装置の構成を模式的に表すものである。この光ディスク記録再生装置は、波長の異なる光を用いて光ディスクに記録されている情報をそれぞれ再生し、また光ディスクに情報を記録するためのものである。この光ディスク記録再生装置は、本実施の形態に係る発光装置10A、および制御部111の制御に基づき発光装置10Aから出射させた所定の発光波長の出射光 $L_{out}$ を光ディスクDへ導くと共に、光ディスクDからの信号光（反射光 $L_{ref}$ ）読み取るための光学系、すなわち、ビームスプリッタ112、コリメータレンズ113、ミラー114、開口制限アパーチャ115、対物レンズ116、信号光検出用レンズ117、信号光検出用受光素子118および信号光再生回路119を備えている。

【0063】この光ディスク記録再生装置では、発光装置10から出射した例えば強度の大きい出射光 $L_{out}$ は、ビームスプリッタ132で反射し、コリメータレンズ133で平行光にされ、ミラー134で反射する。このミラー134で反射した出射光 $L_{out}$ は、開口制限アパーチャ115を通過したのち、対物レンズ116により集光されて光ディスクDに入射する。これにより、光ディスクDに情報が書き込まれる。また、発光装置10から出射した例えば微弱な出射光 $L_{out}$ は、上述したように各光学系を経て光ディスクDに入射したのち、光ディスクDで反射する。この反射光 $L_{ref}$ は、対物レンズ116、開口制限アパーチャ115、ミラー114、コリメータレンズ113およびビームスプリッタ112を経て、信号光検出用レンズ117を通過し、信号光検出用受光素子118に入射し、ここで電気信号に変換された後、信号光再生回路119において光ディスクDに書き込まれた情報の再生が行われる。

【0064】なお、本実施の形態に係る発光装置10Aは、上述したように、1つのパッケージ内に収納され得ると共に、間隔が精確に規定された複数の発光領域から

出射光 $L_{out}$ を発するようになっている。よって、この発光装置10Aを用いれば、波長の異なる複数の出射光 $L_{out}$ を共通の光学系を利用して所定の箇所に導くことができる。よって、光ディスク記録再生装置の簡略化、小型化および低コスト化を実現することができる。また発光点間隔の誤差が極めて小さいので、受光部（信号光検出用受光素子118）に結像する反射光 $L_{ref}$ の位置が各光ディスク記録再生装置によって異なってしまうことを防止できる。すなわち、光学系の設計を容易に行うことができ、かつ光ディスク記録再生装置の歩留まりを向上させることができる。

【0065】また、本実施の形態の発光装置10Aは、400nm前後、600nm帯および700nm帯の3波長の発光を得ることができるので、CD-ROM（Read Only Memory）、CD-R、CD-RW、MD、DVD-ROMなどの既存の各種光ディスクは勿論のこと、現在書き換え可能な大容量ディスクとして提唱されているいわゆるDVD-RAM（Random Access Memory）、DVD+RWあるいはDVD-R/RWなどのほか、更に高い面記録密度（例えば20Gバイト以上）を有する次世代の記録可能な光ディスク（例えば、次世代の光ディスク装置として提唱されているDVR（Digital Video Recorder）またはVDR（Video Disk Recorder）に用いる光ディスク）についても、記録・再生を行うことが可能となる。このような次世代の記録可能な大容量ディスクを利用することができれば、映像データを録画することができると共に、録画したデータ（画像）を良好な画質で操作性よく再生することができる。

【0066】なお、ここでは、発光装置10Aを光ディスク記録再生装置に適用した例について説明したが、光ディスク再生装置、光ディスク記録装置、光磁気ディスク（MO；Magneto-optical disk）などの記録・再生を行うための光磁気ディスク装置あるいは光通信装置などの光装置全般に適用できることは勿論、高温で動作する必要のある車載用の半導体レーザ装置を備えた機器などにも適用可能である。

【0067】〔第2の実施の形態〕図8は、本発明の第2の実施の形態に係る発光装置10Bの断面構造を表すものである。この発光装置10Bは、第1の実施の形態の発光装置10Aにおける第2の発光素子30に代えて第2の発光素子60を備えたことを除き、他は発光装置10Aと同一の構成、作用および効果を有している。よって、第1の実施の形態と同一の構成要素には同一の符号を付し、ここではその詳細な説明を省略する。

【0068】本実施の形態における第2の発光素子60は、第1の実施の形態における第2の発光素子30のレーザ発振部40に代えて500nm帯（例えば、520nm）の光を出射可能なレーザ発振部70を備えたこと、およびバッファ層32を備えていないことを除き、他は第2の発光素子30と同一の構成を有している。

【0069】レーザ発振部70は、第2の基板31の支持基体11側に、例えば、バッファ層71を介して、n型クラッド層72、ガイド層73、活性層74、ガイド層75、p型クラッド層76、第1のp型半導体層77、第2のp型半導体層78、p型超格子層79およびp側コンタクト層80が第2の基板31の側からこの順に積層された構成を有している。これらの各層は、例えば、亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)、水銀(Hg)、ベリリウム(Be)およびマグネシウム(Mg)よりなる短周期型周期表における2Aまたは2B族元素群のうちの少なくとも1種と、硫黄(S)、セレン(Se)およびテルル(Te)よりなる短周期型周期表における6B族元素群のうちの少なくとも1種とを含むII-VI族化合物半導体により構成されている。

【0070】具体的には、バッファ層71は、例えば、n型不純物としてケイ素が添加されたn型GaAs膜、n型不純物として塩素(Cl)が添加されたZnSe膜およびn型不純物として塩素が添加されたZnSSe混晶膜が第2の基板31の側からこの順に成膜されたものであり、その厚さは例えば100nmである。n型クラッド層72は、例えば、厚さが1μmであり、n型不純物として塩素が添加されたn型ZnMgSSe混晶により構成されている。ガイド層73は、例えば、厚さが0.1μmであり、n型不純物として塩素が添加されたn型ZnSSe混晶あるいは不純物を添加しないundoped-ZnSSe混晶により構成されている。活性層74は、例えば、厚さが20nmであり、組成の異なるZn<sub>x</sub>Cd<sub>1-x</sub>Se(但し、x≥0)混晶によりそれぞれ形成された井戸層とバリア層との多重量子井戸構造を有している。なお、この活性層74は、発光部として機能するものである。

【0071】ガイド層75は、例えば、厚さが0.1μmであり、p型不純物として窒素が添加されたp型ZnSSe混晶あるいは不純物を添加しないundoped-ZnSSe混晶により構成されている。p型クラッド層76は、例えば、厚さが1.0μmであり、p型不純物として窒素が添加されたp型ZnMgSSe混晶により構成されている。第1のp型半導体層77は、例えば、厚さが0.2μmであり、p型不純物として窒素が添加されたp型ZnSSe混晶により構成されている。第2のp型半導体層78は、例えば、厚さが0.2μmであり、p型不純物として窒素が添加されたp型ZnSeにより構成されている。p型超格子層79は、例えば、厚さが35nmであり、p型不純物として窒素が添加されたp型ZnSe膜とp型不純物として窒素が添加されたp型ZnTe膜とが交互に積層されることにより構成されている。p側コンタクト層80は、例えば、厚さが0.1μmであり、p型不純物として窒素が添加されたp型ZnTeにより構成されている。

【0072】なお、第1のp型半導体層77の一部、第

2のp型半導体層78、p型超格子層79およびp側コンタクト層80は、共振器方向に延長された細い帯状となっており、電流狭窄をするようになっている。この帯状部分の両側には電流ブロック領域81がそれぞれ設けられている。ちなみに、p側コンタクト層80に対応する活性層74の領域が発光領域となっている。

【0073】p側コンタクト層80のp型超格子層79と反対側には、p側電極82が形成されている。このp側電極82は、例えば、p側コンタクト層80の側から、パラジウム(Pd)、白金および金を順次積層して熱処理により合金化したものであり、p側コンタクト層80と電氣的に接続されている。このp側電極82は、また、接着層15を介して配線13と電氣的に接続されている。

【0074】このような構成を有する発光装置10Bは、発光装置10Aの第2の発光素子30に代えて第2の発光素子60を形成することを除き、第1の実施の形態と同様にして製造することができる。

【0075】すなわち、第2の発光素子60を作製する際には、まず図9(A)に示したように、第1の実施の形態と同様にして、例えば、n型GaAsよりなる第2の基板31の表面にn型InGaP混晶よりなるバッファ層51、n型AlGaInP混晶よりなるn型クラッド層52、Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>In<sub>1-x-y</sub>P(但し、x≥0かつy≥0)混晶よりなる活性層53、p型AlGaInP混晶よりなるp型クラッド層54およびp型GaAsよりなるp型キャップ層55を順次成長させる。

【0076】次いで、図9(B)に示したように、p型キャップ層55の上にレーザ発振部50の形成予定領域に対応して、例えばCVD(Chemical Vapor Deposition)法により二酸化ケイ素あるいは窒化ケイ素(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)よりなるマスクMを形成する。続いて、このマスクMを利用して、例えば、RIE(Reactive Ion Etching; 反応性イオンエッチング)などのエッチングを行い、p型キャップ層55、p型クラッド層54、活性層53、n型クラッド層52およびバッファ層51を選択的に除去する。

【0077】続いて、図10(A)に示したように、第2の基板31の表面に、例えばMBE(Molecular Beam Epitaxy; 分子線エピタキシー)法により、n型GaAs膜とn型ZnSe膜とn型ZnSSe混晶膜とがこの順に積層されたバッファ層71、n型ZnMgSSe混晶よりなるn型クラッド層72、n型ZnSSe混晶よりなるガイド層73、Zn<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub>Cd(但し、x≥0)混晶よりなる活性層74、p型ZnSSe混晶よりなるガイド層75、p型ZnMgSSe混晶よりなるp型クラッド層76、p型ZnSSe混晶よりなる第1のp型半導体層77、p型ZnSeよりなる第2のp型半導体層78、p型ZnSe膜とp型ZnTe膜とが交互に積層されたp型超格子層79およびp型ZnTeより

なるp側コンタクト層80を順次成長させる。なお、これらの各層を成長させる際には、第2の基板31の温度を例えば280℃程度にそれぞれ調節する。そののち、マスクMを除去する。

【0078】マスクMを除去したのち、図10(B)に示したように、例えば、電流ブロック領域56の形成予定領域に対応して開口が設けられた図示しないマスクを形成し、イオン注入法により塩素などのn型不純物を導入して、電流ブロック領域56を形成する。また、全面に電流ブロック領域81の形成予定領域に対応して開口が設けられた図示しないマスクを形成し、p側コンタクト層80、p型超格子層79、第2のp型半導体層78および第1のp型半導体層77の上層部にイオン注入法により塩素などのn型不純物を導入して、電流ブロック領域81を形成する。ここでは、第1の実施の形態と同様に、リソグラフィ技術を用いているのでレーザ発振部50、70の発光領域の位置を精確に規定できるようになっている。

【0079】電流ブロック領域56、81を形成したのち、図11に示したように、p型キャップ層55の表面およびその近傍に、例えば、チタン、白金および金を順次蒸着してp側電極57を形成する。また、p側コンタクト層80の表面およびその近傍に、例えば、パラジウム、白金および金を順次蒸着してp側電極82を形成する。続いて、レーザ発振部50、70の形成予定領域に対応して図示しないマスクを形成し、p側コンタクト層80からバッファ層71までを選択的に除去する。

【0080】p側コンタクト層80からバッファ層71までを選択的に除去したのち、第1の実施の形態と同様に、第2の基板31の裏面側を例えばラッピングおよびポリッシングし、この第2の基板31の裏面側にn側電極33を形成する。続いて、加熱処理を行い、p側電極57、82およびn側電極33をそれぞれ合金化する。最後に、第2の基板31を例えばp側電極57、82の長さ方向に対して垂直に所定の幅で劈開し、その劈開面に一对の図示しない反射鏡膜を形成する。これにより、第2の発光素子60が作製される。

【0081】このように本実施の形態に係る発光装置10Bによれば、400nm帯の光を発光可能な第1の発光素子20と、500nm帯の光を発光可能なレーザ発振部70および700nm帯の光を発光可能なレーザ発振部50を有する第2の発光素子60とを備えるようにしたので、赤(Red=R)、緑(Green=G)および青(Blue=B)の3原色の光をそれぞれ出射する発光装置とすることができる。よって、この発光装置10Bは、光ディスク装置以外にも、フルカラー表示装置の光源としても利用することができる。

【0082】なお、発光装置10Bをフルカラー表示装置の光源として利用する場合には、各活性層23、53、74を構成する材料の組成を適宜に調整すること

により、各発光部から出射する光を所望の色相とすることができる。

【0083】図12は、本実施の形態に係る発光装置10Bを用いた表示装置120の概略構成を表すものである。この表示装置120は、配設基板121と、配設基板121の一面側に設けられた本実施の形態に係る複数の発光装置10Bとを備えている。これらの発光装置10Bは、例えば、それぞれ図2に示したようなパッケージ1に収納されており、M行×N列(但し、M、Nは自然数)のマトリクス状に配列されている。配設基板121には、また、図12においては図示しないが、列方向の共通配線122、123および行方向の共通配線124、125がそれぞれ形成されている。

【0084】図13は、この表示装置120の駆動回路の概略構成を表すものである。このように、各発光装置10Bの支持基体11はワイヤにより列方向の共通配線122に接続されており、第2の発光素子60のn側電極33はワイヤにより列方向の共通配線123に接続されている。また、配線13は行方向の共通配線124に接続されており、第1の発光素子20のn側電極29はワイヤにより列方向の共通配線125に接続されている。これらの共通配線122～125は、図示しない制御部に接続されており、この制御部からの信号に応じて所望のカラー表示がなされるようになっている。

【0085】なお、本実施の形態の発光装置10Bは、パッケージ1(図2)のピン4dおよびピン4bを介してn側電極33とp側電極82との間に電圧が印加されると、活性層74に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起こり、レーザ発振部70から500nm帯の波長の光が出射されることを除き第1の実施の形態の発光装置10Aと同様に作用する。

【0086】[第3の実施の形態]図14は、本発明の第3の実施の形態に係る発光装置10Cの断面構造を表すものである。この発光装置10Cは、第1の実施の形態の発光装置10Aにおける第1の発光素子20に代えて第1の発光素子90を備えたこと、および支持基体11に代えて支持基体17を備えたことを除き、他は第1の実施の形態の発光装置10Aと同一の構成、作用および効果を有している。よって、第1の実施の形態と同一の構成要素には同一の符号を付し、ここではその詳細な説明を省略する。

【0087】第1の発光素子90が第1の発光素子20と大きく異なる点は第1の基板91の構成材料が異なることであり、例えば厚さが80μm程度のサファイアにより構成されている。なお、サファイアは、絶縁性材料であると共に、GaNと同様に可視領域において透明の材料である。また、第1の発光素子90は、第1の基板91の例えばc面に、例えば、バッファ層92を介して、n側コンタクト層93、n型クラッド層22、活性層23、劣化防止層24、p型クラッド層25およびp



側コンタクト層26が第1の基板21の側からこの順に積層された構成を有している。p型クラッド層の表面およびp側コンタクト層26の側面には絶縁層27が形成されていると共に、p側コンタクト層26のp側クラッド層25と反対側にはp側電極28が形成されている。

【0088】バッファ層92は、例えば、厚さが30nmであり、不純物を添加しないundoped-GaNあるいはn型不純物としてケイ素が添加されたn型GaNにより構成されている。n側コンタクト層93は、例えば、厚さが5 $\mu$ mであり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型GaNにより構成されている。

【0089】このn側コンタクト層93には、n型クラッド層22、活性層23、劣化防止層24、p型クラッド層25およびp側コンタクト層26が形成されていない露出部が部分的に設けられており、この露出部には、例えば、n側コンタクト層93の側からチタンおよびアルミニウムを順次積層して熱処理により合金化したn側電極94が形成されている。なお、絶縁膜27は、本実施の形態では、p型クラッド層25、劣化防止層24、活性層23およびクラッド層22の側面も覆うように設けられている。

【0090】支持基体17は、窒化アルミニウム(AlN)などの高い熱伝導率を有する絶縁材料により構成されている。この支持基体17の一面側には、第1の発光素子90のp側電極28に対応して金属よりなる配線17aが設けられると共に、n側電極94に対応して金属よりなる配線17bが設けられている。p側電極28と配線17a、およびn側電極94と配線17bとはそれぞれ、接着層12、18を介して互いに接着されている。

【0091】なお、第1の基板91の支持基体17と反対側には、第1の実施の形態と同様に配線13が設けられると共に、第1の実施の形態のn側電極29に代えてレーザ発振部50を外部電源に対して接続するための金属よりなる配線19が設けられている。

【0092】なお、この発光装置10Cは、第1の実施の形態と同様に例えばパッケージの内部に収納されて用いられる。このパッケージでは、支持体の一面側に載置台が設けられており、載置台の上に支持基体17を載置すると共に、例えば5本のピンが設けられ、各ピンと各配線13、17a、17b、19およびn側電極33とがワイヤによってそれぞれ電気的に接続されるようになっている。この場合も、第1の実施の形態と同様に、ピンの数を適宜に設定することができる。

【0093】この発光装置10Cは、次のようにして製造することができる。

【0094】まず、図15(A)に示したように、例えば、厚さ400 $\mu$ m程度のサファイアよりなる第1の基板91を用意し、MOCVD法により第1の基板91のc面に、不純物を添加しないundoped-GaNあるいはn

型GaNよりなるバッファ層92を成長させる。その際、第1の基板91の温度を例えば500℃とする。次いで、バッファ層92の上に、n型GaNよりなるn側コンタクト層93、n型AlGaN混晶よりなるn型クラッド層22、InGaN混晶よりなる活性層23、p型AlGaN混晶よりなる劣化防止層24、p型AlGaN混晶よりなるp型クラッド層25およびp型GaNよりなるp側コンタクト層26を順次成長させる。これらの各層を成長させる際には、第1の基板91の温度を例えば750~1100℃の適宜の温度にそれぞれ調節する。

【0095】続いて、図15(B)に示したように、p側コンタクト層26、p型クラッド層25、劣化防止層24、活性層23およびn型クラッド層22を順次エッチングして、n側コンタクト層93の一部を表面に露出させる。そののち、図示しないマスクを形成し、このマスクを利用して例えばRIE法によりp型クラッド層25の上層部およびp側コンタクト層26を細い帯状とする。

【0096】次いで、一部を選択的にエッチングした各層の側面とp型クラッド層25の表面とに例えば蒸着法により二酸化ケイ素よりなる絶縁層27を形成する。そののち、第1の基板91の裏面側を例えばラッピングおよびポリッシングして第1の基板91の厚さを例えば100 $\mu$ m程度とする。

【0097】第1の基板91を薄くしたのち、第1の基板91のバッファ層92と反対側に所定の位置に配線13、19をそれぞれ形成する。ここでは、第1の実施の形態と同様に、第1の基板91を可視領域において透明な材料により構成しているため、第1の実施の形態と同様に配線13、19の形成位置を精確に制御できるようになっている。

【0098】続いて、p側コンタクト層26の表面およびその近傍に、例えば、ニッケル、白金および金を順次蒸着し、p側電極28を形成する。また、n側コンタクト層93の表面に例えばチタンおよびアルミニウムを順次蒸着し、n側電極94を形成する。更に、加熱処理を行い、p側電極28およびn側電極94をそれぞれ合金化する。そののち、ここでは図示しないが、第1の基板91を例えばp側電極28の長さ方向と垂直に所定の幅で劈開し、その劈開面に一对の反射鏡膜を形成する。これにより、第1の発光素子90が作製される。

【0099】次いで、第1の実施の形態と同様にして、第2の発光素子30を作製する。

【0100】そののち、表面に配線17a、17bをそれぞれ形成した支持基体17を用意し、接着層12により第1の発光素子90のp側電極28と配線17aとを接着すると共に、接着層18によりn側電極94と配線17bとを接着する。また、接着層15により第2の発光素子30のp側電極46と配線13とを接着すると共

に、接着層16によりp側電極57と配線19とを接着する。これにより、発光装置10Cが完成する。

【0101】このように本実施の形態に係る発光装置10Cによれば、第1の基板91を可視領域において透明であるサファイアにより構成するようにしたので、第1の実施の形態と同様に、第1の発光素子90の発光領域および第2の発光素子30の発光領域の位置を精確に制御することができる。

【0102】以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態では、第1の発光素子20、90および第2の発光素子30、60について、具体的な積層構造の一例を挙げて説明したが、本発明は第1の発光素子20、90または第2の発光素子30、60が他の構造を有している場合についても同様に適用することができる。例えば、第1の発光素子を第2の発光素子30、86と同様に電流ブロック領域により電流狭窄する構成としてもよいし、第2の発光素子を第1の発光素子20、90と同様に二酸化シリコンなどよりなる絶縁層により電流狭窄する構成としてもよい。また、上記実施の形態では、利得導波型と屈折率導波型を組み合わせたりッジ導波型の半導体レーザを例に挙げて説明したが、利得導波型の半導体レーザおよび屈折率導波型の半導体レーザについても同様に適用することができる。

【0103】更に、上記実施の形態では、Ga N系、Al Ga As系およびAl Ga In P系の化合物よりなる各層をMOCVD法により形成する場合について説明したが、MBE法やハイドライド気相成長法などの他の気相成長法により形成するようにしてもよい。なお、ハイドライド気相成長法とは、ハロゲンが輸送または反応に寄与する気相成長法のことをいう。また、上記第2の実施の形態では、Zn Se系の化合物よりなる各層をMBE法により形成する場合について説明したが、MOCVD法などの他の気相成長法により形成するようにしてもよい。

【0104】加えて、上記実施の形態では、第1の発光素子20、90の第1の基板21、91を構成する材料について具体例を挙げて説明したが、他の材料により構成するようにしてもよい。但し、可視領域において透明な材料を用いるようにすれば、上記実施の形態で説明した効果が得られるので好ましく、高い熱伝導性を有する材料であればより好ましい。そのような材料としては、例えば窒化アルミニウムまたは炭化ケイ素(SiC)が挙げられる。

【0105】更にまた、上記第3の実施の形態では、Al Ga As系のレーザ発振部40とAl Ga In P系のレーザ発振部50とを有する第2の発光素子30を備える場合について説明したが、第2の発光素子として、第2の実施の形態で説明したもの(第2の発光素子60)

を備えるようにしてもよい。

【0106】加えてまた、上記実施の形態では、第1の発光素子20、90と第2の発光素子30、60とが互いに異なる波長の光を出射するように構成した場合について説明したが、支持基体11、17の一面側に第1の発光素子20、90を複数積層することも可能である。更に、特性あるいは構造が異なる複数の発光素子を積層することも可能である。その場合、発光波長は同一であってもよいし、異なってもよい。特性が異なる複数の発光素子を積層する場合には、例えば低出力のものと高出力のものとを混載することができる。

【0107】更にまた、上記実施の形態では、第1の発光素子20、90の発光部が1つである場合について説明したが、第1の発光素子20、90は複数の発光部を有していてもよい。具体的には、第2の発光素子30と同様に複数のレーザ発振部を有するように構成してもよい。その場合には、各レーザ発振部の発光波長は同一であってもよいし、異なってもよい。また、特性あるいは構造についても同一であってもよいし、異なってもよい。

【0108】更にまた、上記実施の形態では、第2の発光素子30、60が2つのレーザ発振部を有する場合を例に挙げて説明したが、第2の発光素子のレーザ発振部の数は1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。これらの各レーザ発振部の発光波長、特性および構造については、同一であってもよいし、異なってもよい。

【0109】加えてまた、上記実施の形態では、第2の発光素子30、60がいわゆるモノリシック型の多波長レーザよりなる場合について説明したが、本発明は、第2の発光素子が図17に示したようないわゆるハイブリッド型の多波長レーザである場合にも適用することができる。

【0110】更にまた、上記実施の形態では、支持基体11、17を構成する材料について具体例を挙げて説明したが、他の材料により構成するようにしてもよい。但し、高い熱伝導性を有する材料であることが好ましい。例えば第1および第2の実施の形態では、金属により支持基体11を構成するようにしたが、第3の実施の形態と同様に、絶縁性を有する材料により支持基体を構成し、その上に配線を設けるようにしてもよい。

【0111】加えてまた、上記実施の形態では、パッケージ1に収納する際に、支持体2により直接支持基体11、17を支持するようにしたが、支持体2に載置台を設け、その載置台の上に支持基体11、17を載置するようにしてもよい。

【0112】更にまた、上記実施の形態では、発光素子として半導体レーザを具体例に挙げて説明したが、本発明は、発光ダイオード(light emitting diode; LED)などの他の発光素子を備えた発光装置についても適

用することができる。

#### 【0113】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし請求項13のいずれか1項に記載の発光装置によれば、支持基体の一面側に複数の発光素子を積層するように構成したので、複数の発光素子を同一基板上に配設する必要がなく、容易に製造することができるという効果を奏する。

【0114】特に、請求項3記載の発光装置によれば、第1の基板が可視領域において透明であるので、第1の発光素子の発光領域および第2の発光素子の発光領域の位置を精確に制御することができる。

【0115】また、請求項5記載の発光装置によれば、第1の発光素子が、3B族元素のうちの少なくとも1種と5B族元素のうちの少なくとも窒素とを含む半導体層を有するようにしたので、第1の発光素子は400nm前後の波長の光を射出可能である。よって、この発光装置を光装置に搭載すれば、より高性能な光装置を実現することができる。

【0116】更に、請求項6記載の発光装置によれば、第1の基板を、3B族元素のうちの少なくとも1種と5B族元素のうちの少なくとも窒素とを含む窒化物系III-V族化合物半導体またはサファイアにより構成するようにしたので、第2の発光素子において発光の際に発生した熱を第1の基板を介して速やかに放散することができる。よって、第2の発光素子の温度上昇を防止でき、長時間に渡って安定に動作させることができる。

【0117】加えて、請求項14または請求項15記載の光装置によれば、本発明の発光装置を用いて構成するようにしたので、高性能化を図ることができると共に、小型化および低コスト化を実現することができるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る発光装置の構成を表す断面図である。

【図2】図1に示した発光装置が収納されたパッケージの構成を表す部分分解斜視図である。

【図3】図1に示した発光装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図7】図1に示した発光装置を用いた光ディスク記録再生装置を表す構成図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る発光装置の構成を表す断面図である。

【図9】図8に示した発光装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図11】図10に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図12】図8に示した発光装置を用いた表示装置の概略構成を表す平面図である。

【図13】図12に示した表示装置の駆動回路の要部を表す構成図である。

【図14】本発明の第3の実施の形態に係る発光装置の構成を表す断面図である。

【図15】図14に示した発光装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図16】従来の発光装置の一構成例を表す断面図である。

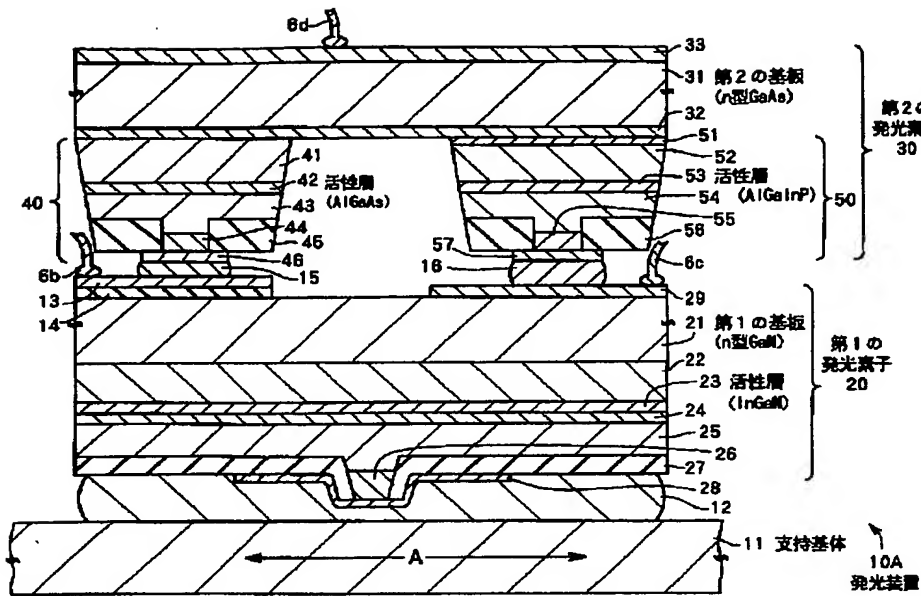
【図17】従来の発光装置の他の構成例を表す断面図である。

【図18】従来の発光装置の更に他の構成例を表す断面図である。

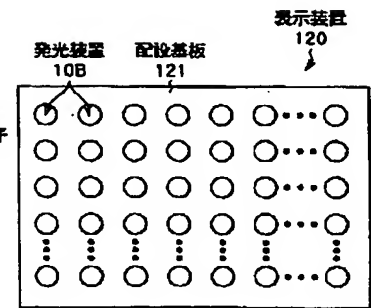
#### 【符号の説明】

1…パッケージ、2…支持体、3…蓋体、4a～4d…ピン、5a～5d…絶縁リング、6b～6d…ワイヤ、10A、10B、10C…発光装置、11、17…支持基体、12、15、16、18…接着層、14…絶縁膜、13、17a、17b、19…配線、20、90…第1の発光素子、21、91…第1の基板、22、41、52、72…n型クラッド層、23、42、53、74…活性層、25、43、54、76…p型クラッド層、26、80…p側コンタクト層、27…絶縁層、28、46、57、82…p側電極、29、33、94…n側電極、30、60…第2の発光素子、31…第2の基板、32、51、71、92…バッファ層、40、50、70…レーザ発振部、44、55、77…p型キャップ層、45、56、81…電流ブロック領域、93…n側コンタクト層

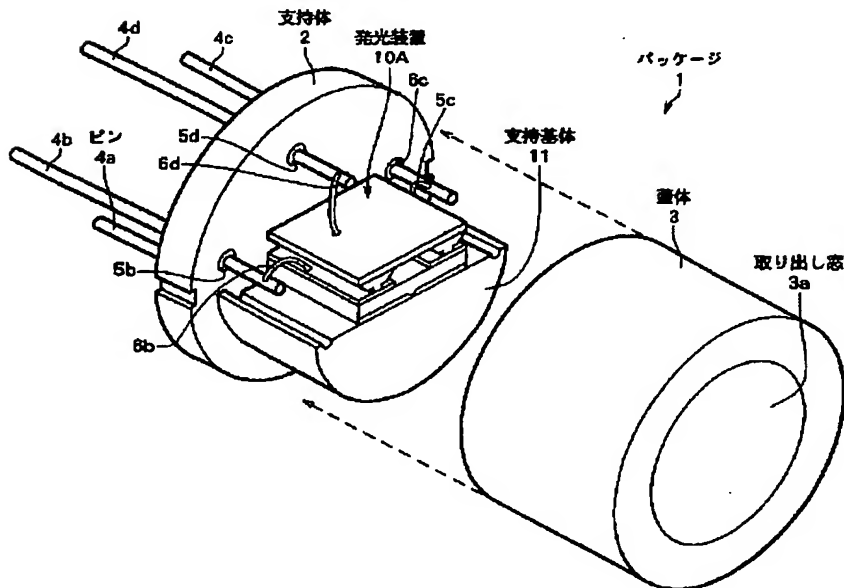
【図1】



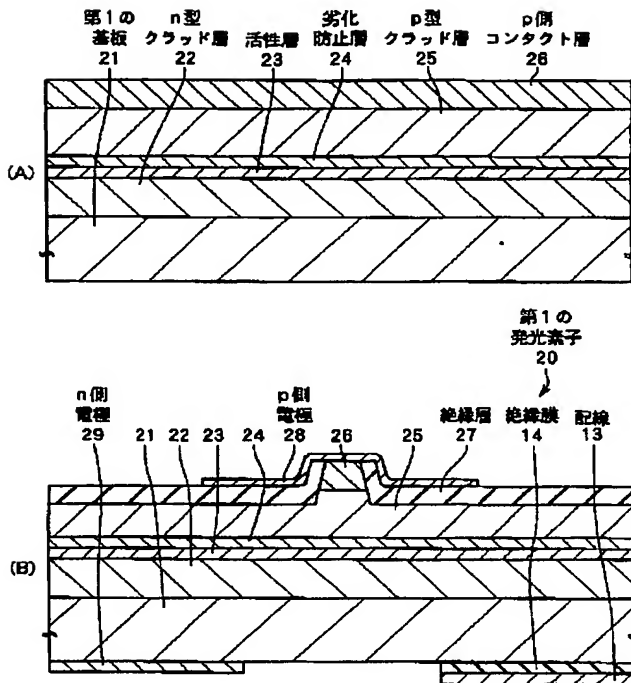
【図12】



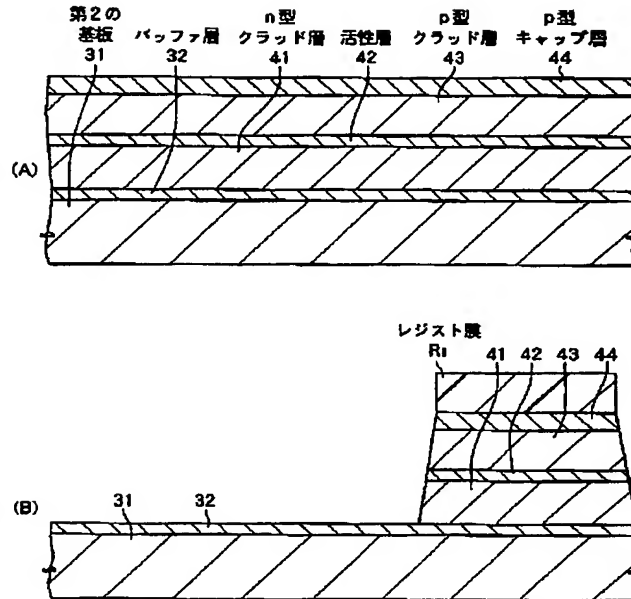
【図2】



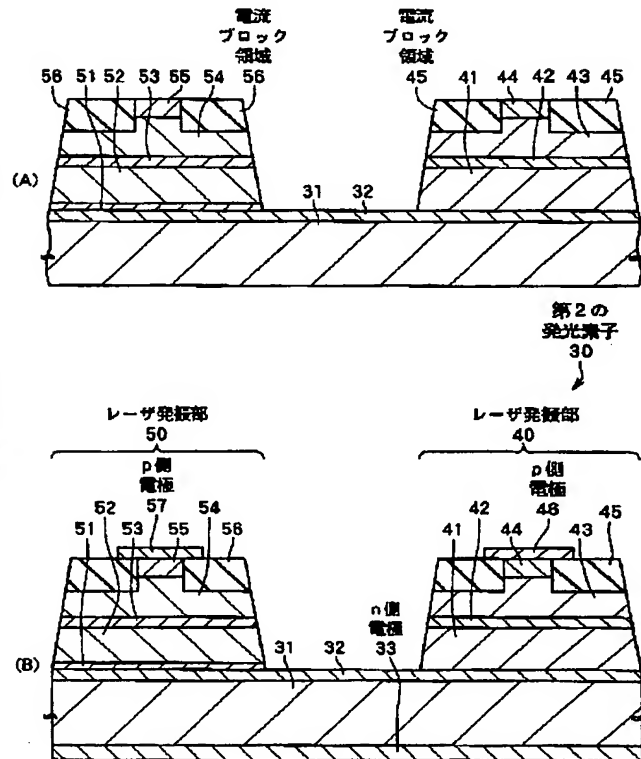
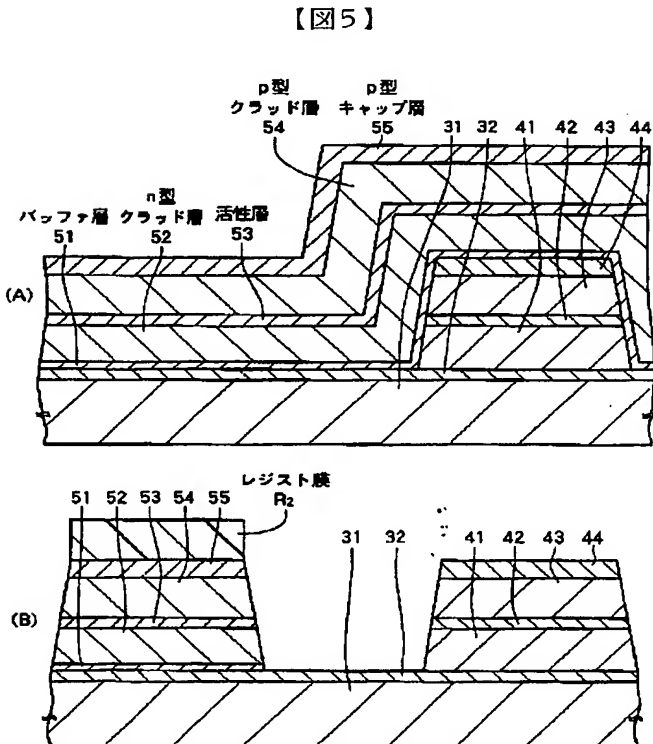
【図3】



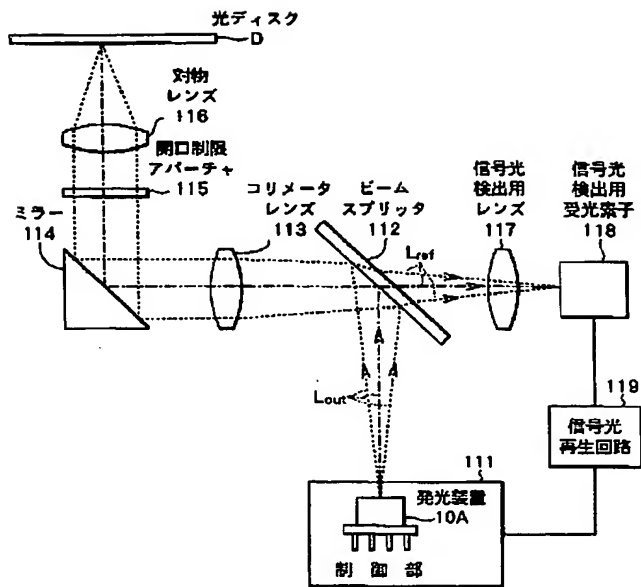
【図4】



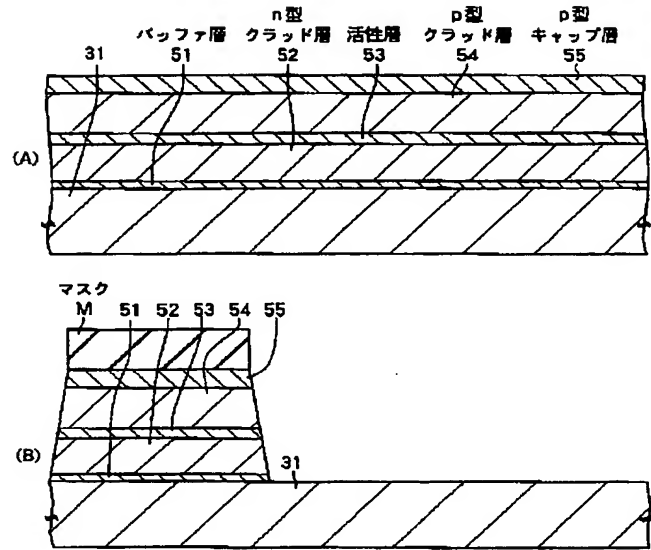
【図6】



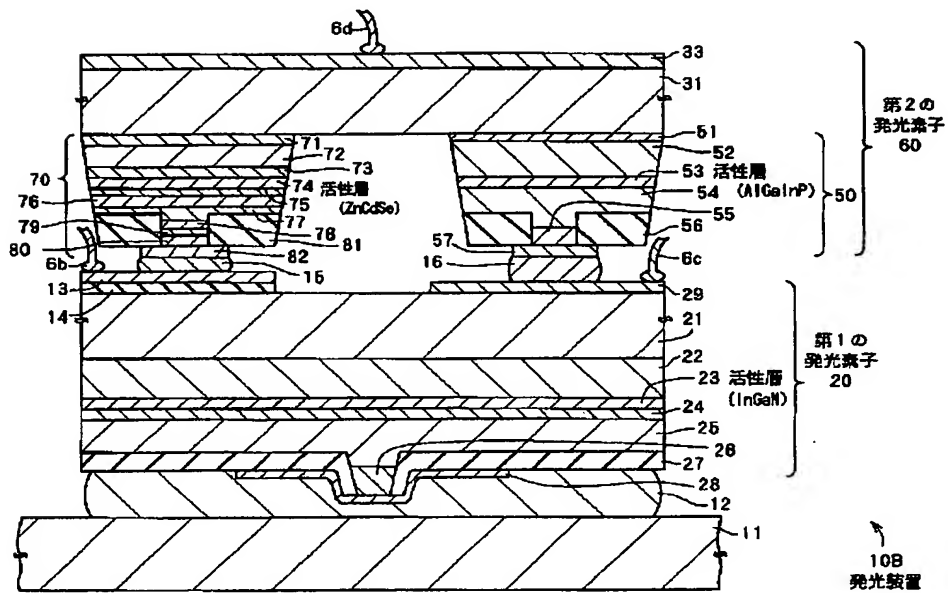
【図7】



【図9】

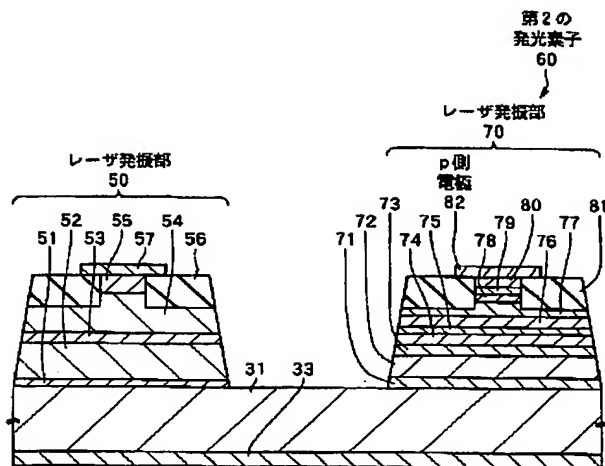
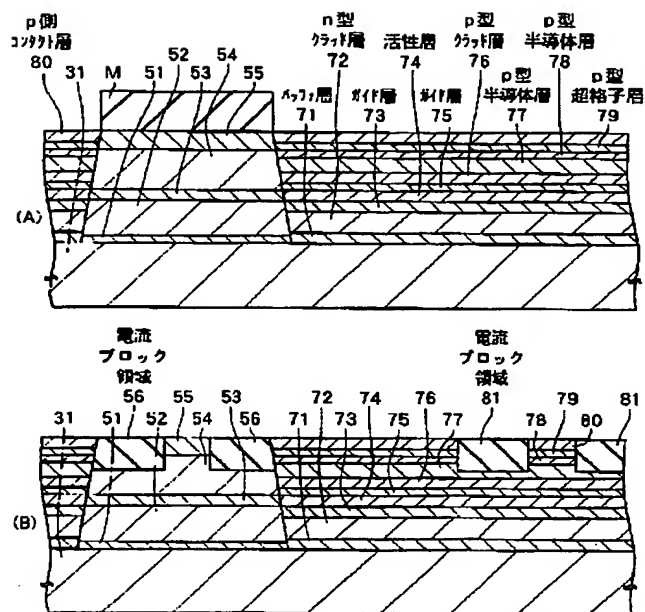


【図8】



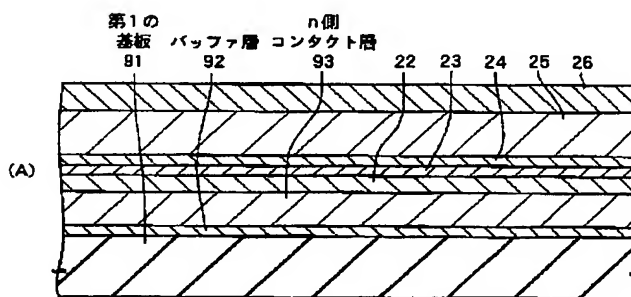
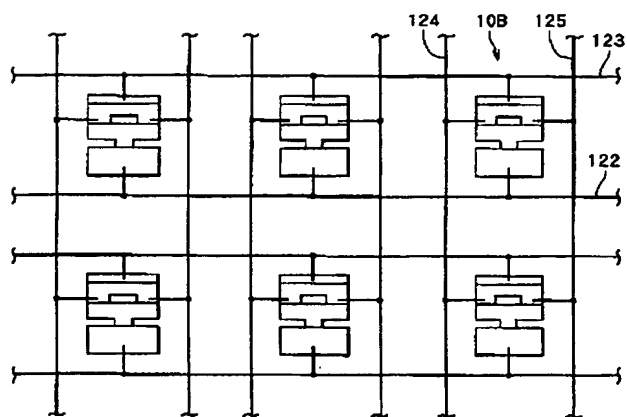
【図10】

【図11】

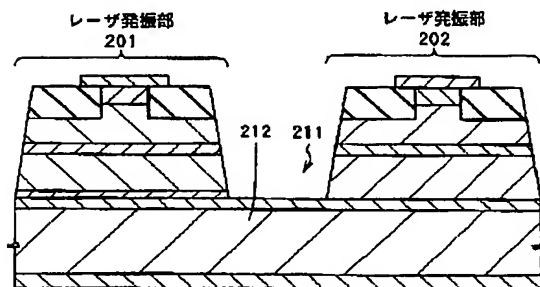
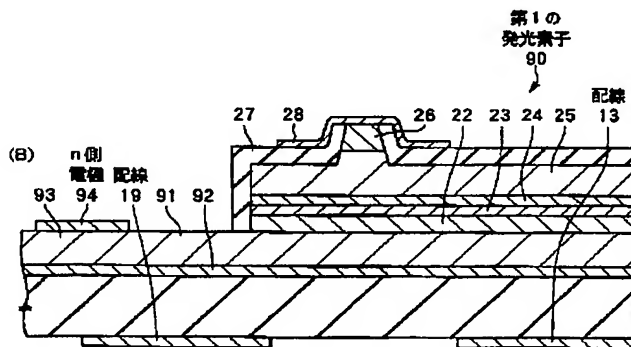


【図13】

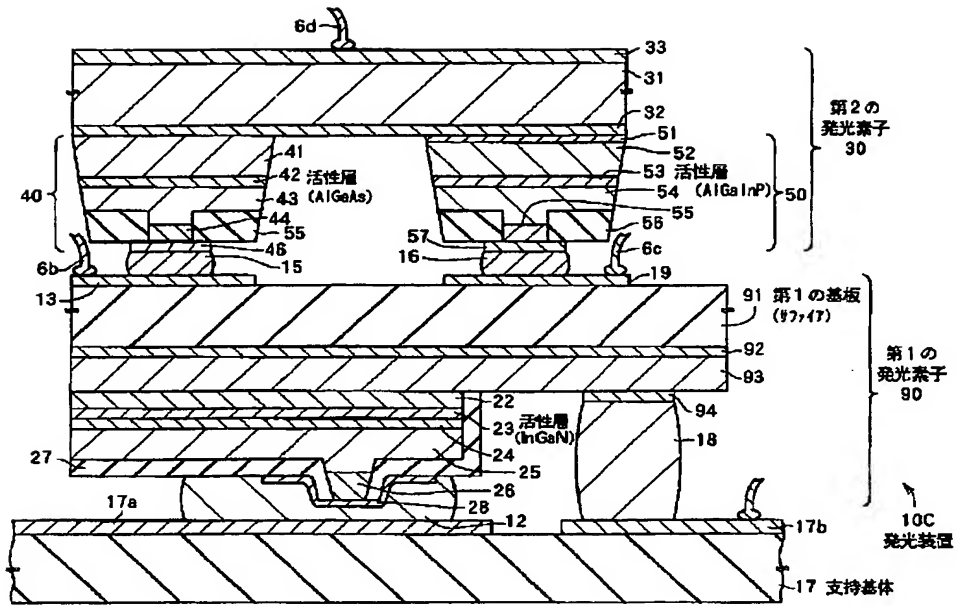
【図15】



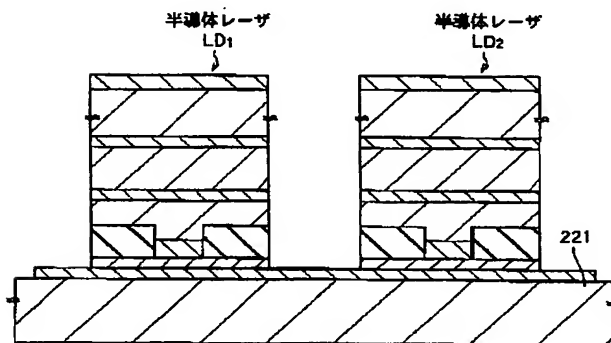
【図16】



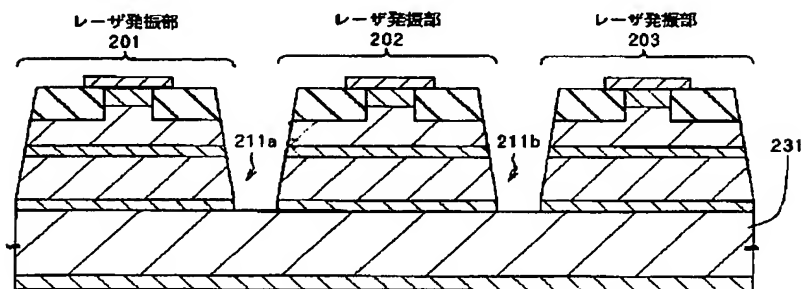
【図14】



【図17】



【図18】





フロントページの続き

Fターム(参考) 5F041 AA12 AA33 AA44 CA04 CA05  
CA14 CA34 CA35 CA36 CA40  
CA41 CA43 CA44 CB28 CB29  
DA33 FF16  
5F073 AA51 AA74 AA83 AB06 BA06  
CA05 CA07 CA14 CA22 CB10  
EA07 EA28 FA14